平成１４年度調査報告書
ＮＥＤＯ－ＩＣ－０２－ＥＤ－０２

国際エネルギー使用合理化基盤整備事業
（ASEAN 諸国主要産業における
省エネルギー診断調査）

平成１５年３月

新エネルギー・産業技術総合開発機構
委託先　財団法人省エネルギーセンター

「ASEAN 諸国主要産業における省エネルギー診断調査」

財団法人省エネルギーセンター
平成１５年３月

調 査 目 的

本調査は、アセアン諸国の主要産業に関し、アセアン側専門家と共同で代表的な工場、事業場について省エネルギー診断を実施し、当該工場のエネルギー消費の実態を把握すると共に、省エネルギー対策に関し適切な助言を行い、併せて同諸国に於ける標準的省エネルギー診断方法の確立を行おうとするものである。

まえがき

近年、逼迫するエネルギー資源の有効活用および需要の安定化、地球温暖化問題への適切な対応が強調されると共に併せ経済の持続的発展の必要性が種々議論されるようになった。

経済、技術両面に於いて先進国に位置付けられるわが国に対し、発展途上国を対象とする積極的国際協力が強く求められている。

発展途上国の経済と環境の均衡ある発展に資するためには、対象国に於けるエネルギー使用・環境保全対策の実態および課題他、充分な調査が必要であり、各対象国の国情にあった適切かつ受容可能なプラン造りならびに支援が必要となろう。

上述のごとき状況下に於いて、企画設立されたアセアン諸国を対象とする主要産業の診断調査並びに技術移転事業は、目覚しい発展を続け、今後エネルギー消費の急激な増加が見込まれる同国々を対象とするもので、誠に時宜を得たものといえる。

本プロジェクトは単に省エネルギー技術を移転するだけでなく、将来自国内で自主的に省エネルギー診断が可能となるよう、工場診断技術の移転も含むものであり、自立的発展を助成する意味でも対象国にとり、非常に有益なものである。

本プロジェクトがアセアン諸国の省エネルギー・環境保全に寄与し、当該国が環境調和型持続可能な経済発展を続ける事を祈念すると共に、本事業が日本国および当該国の技術交流並びに友好の掛け橋となることを期待する。

平成 15 年 3 月

財団法人省エネルギーセンター

概要

アセアン諸国は急速な経済発展を続けており、今後エネルギー消費量も急激に増加していくものと予想され、益々エネルギーを効率良く使うことと地球温暖化への配慮が必要になると考えられる。

本プロジェクトも三年目に入り、カウンターパートとなる ACE（ASEAN Center for Energy）の活動も益々充実かつ定着し、当該諸国のエネルギー消費量削減に向けての意識改革が浸透していっている。
特に、節目である今年度は、これまでのプロジェクト活動の成果を集約し、将来の活動方針が日本の専門家を交えて真剣に議論できた点は特筆に価する。具体的には、この３年間の成果を蓄積し、さらに ASEAN 内で共有していくために、データベース・ベンチマーク・ガイドライン作りに向けて動き出した点が強調される。即ち、今年度事業を開始した直後に開催された Inception Workshop と今年度の現地業務が終了した 2003 年３月末に行なわれた Workshop において、今後のデータベース・ベンチマーク・ガイドライン作りに向けての討議を重ねた。また、2003 年２月末の Workshop では、ASEAN の各国から代表を出してワーキンググループを結成する事が決議され、実態としても ASEAN 側に本プロジェクトの成果をデータベース・ベンチマーク・ガイドライン作りの形で将来ともフォローできる体制が出来たといえよう。

本プロジェクトの本年度の具体的活動内容は、以下の通りである。

2002 年 11 月 25～11 月 26 日；
“Inception Workshop of The SOME-METI Project on PROMEEC - Buildings and PROMEEC - Industries”(Singapore)に参加。

（１）日本におけるビルと産業部門における省エネルギー推進のための政策とエネルギー管理および代表的省エネルギー技術の紹介
（２）2002 年度事業（ビルと主要産業）に関する実施計画の説明と協議
（３）ビルと主要産業に関する現地調査のスケジュールや現地手配の打合せ
（４）建物エネルギー消費量 Bench Mark 展開計画に関する協議
（５）将来の事業展開に就いての意見交換。

2002 年 12 月 10－19 日；カンボジアの縫製産業およびフィリピン鉄鋼産業診断調査（１回目）

（１）日本での縫製産業の省エネルギー技術の紹介（カンボジア）
（２）カンボジアにおける２ヶ所の縫製工場を対象とした診断調査
（３）フィリピンにおける鉄鋼産業診断調査のための準備活動

2003 年２月 10－21 日；カンボジアの縫製産業およびフィリピン鉄鋼産業診断調査（２回目）
（１）日本での鉄鋼産業省エネルギー技術の紹介（フィリピン）
（２）フィリピンにおける２ヵ所の製鉄工場診断調査と結果の説明・討議
（３）カンボジアにおける２ヶ所の縫製工場診断調査結果の説明・討議と追加調査

2003 年２月 28－３月１日；
"Workshop of The Working Group for Benchmarking and Audit Guideline Development Projects, SOME-METI Work Program"(Yangon, Myanmar)に参加
（１）2002 年度ビルの診断調査（ヴェトナム・ミャンマー）結果の報告と討議
（２）2002 年度産業の工場診断調査（フィリピンの鉄鋼業とカンボジアの縫製業）結果の報告と討議
（３）データベース・ベンチマーク・ガイドライン作りに関する日本の現状の紹介と討議

（４）データベース・ベンチマーク・ガイドライン作りに関するヴェトナムとミャンマーにおけるケーススタディ
（５）ASEAN におけるベンチマーク展開の考え方と実施状況およびアクションプランの紹介と討議
（６）PROMEEC プロジェクト（ビル及び主要産業分野）に関する将来方針と計画案に関する討議

本年度実際に調査したカンボジア・フィリピンでは良く協力をしてもらった。
カンボジアではプノンペン市内のM&V International Manufacturing Ltd. とJune Textiles Co., Ltd. (Cambodia)で二度にわたって診断調査を実施した。
カンボジアはこれから発展する緒についたところであり、電化は大都会やその周辺に限られている。この中で縫製産業はカンボジアを代表する産業であり、今回調査を実施した２社を選定していただいたカンボジアの関連機関や２社の全面的協力を得た。ワークショップや一次診断調査には多くの政府関係者が出席され日本の専門家から経験や知識を学ぼうとする熱心な姿勢を強く感じた。
フィリピンはこれからさらに発展する過程にあるが、中でも鉄鋼産業は安い素材の輸入が多くまた中国などの好景気の影響を受けスクラップの高騰等があり、電気炉会社の経営を圧迫する状況が続いていた。近年電気炉操業を止める会社が多く、今はかっての半分以下

の５社程度しか操業していない。
このような中、フィリピンでは一次調査時点では診断調査の対象の確定のため、フィリピン鉄鋼生産者協会および３つの鉄鋼会社を訪問し二次調査時に具体的な診断調査が出来るよう調整を行った。二次調査では、素材高騰の為ほぼフル操業となっている２社が診断調査に応じていただき、ビレット生産の電気炉工場、および圧延の工場各１箇所の診断調査をすることが出来た。
またワークショップでは、エネルギー省に加え３社の技術者が大勢参加され、ここでも熱心に日本の省エネルギー経験や知識を学ぼうとしていた。

今回の調査は、各政府関係者や ACE 担当者および診断を受け入れていただいた会社の協力で双方にとって実りある結果を得ることが出来た。ここに取り上げた省エネルギーの改善案は、関係各社の現状を改善するポイントをついたものと考えている。

本報告書に記載された提言事項が早期に実現され、さらにはこれらの資料と上記の経験が有効に活用され、かつ全ての成果が蓄積されまた ASEAN 諸国に普及され将来の活動の基盤となって、アセアン諸国の省エネルギー並びに環境保全の推進に寄与できることを切に望んで止まない。

最後に繰り返すが、本調査に際しては、ACE 始め各国の関連機関並びに関連会社担当者の全面的協力が得られた。ここに紙面を借りて厚く謝意を表したい。

Summary

The ASEAN economies are continuing to grow at a brisk pace, and accordingly their energy consumption is also anticipated to increase rapidly from now on. In this context, it will be vital to use energy more efficiently, as well as to give due consideration to global warming.

This project has entered its third year, and the ASEAN Center for Energy (ACE), our ASEAN counterpart, is engaged in increasingly full-fledged and substantial energy conservation activities, thereby contributing to the spread of awareness of the need for energy conservation among the people in ASEAN countries.

Especially, it is notable that the results of the project were summed up and the future action policy was discussed intensely with Japanese experts.

In details, creation of a database, benchmark, guideline for energy management was started in order to share the accomplishments of these 3 years within ASEAN countries. This theme was discussed at the Inception Workshop, which was held just after the start of the project of this fiscal year and at the Post Workshop after the close of the business on site.

Formation of a working group by a representative from each ASEAN country was resolved at the workshop of end of February 2003, which means that a practical framework to back up the database, benchmark and guideline was built.

Specific details of activities through this project for this year are as follows:

Nov. 25 – 26, 2002 ;

Participate in “Inception Workshop of The SOME-METI Project on PROMEEC - Buildings and PROMEEC - Industries” (Singapore).

(1) Policies for energy conservation promotion for building & industry sections, and energy management & typical energy conservation technologies

(2) Explanation and discussion of Action Plan for 2002FY project (building & main industry sections)

(4) Determination of a rough schedule for the building and main industry survey

(5) Exchange of views on benchmarks for energy consumption in buildings

(6) Exchange of views of the future project development

Dec. 10-19, 2002 ;

Energy audit of the garment industry in Cambodia and iron & steel industry in Philippines (first survey)

(1) Introduction of energy conservation of garment industry in Japan

(2) Audit of 2 garment factories in Cambodia

(3) Preparation of audit of iron & steel industry in Philippines

Feb. 10-21, 2003 ;

Energy audit of the garment industry in Cambodia and iron & steel industry in Philippines (second survey)

(1) Introduction of energy conservation of iron & steel industry in Japan

(2) Audit of 2 iron & steel factories in Philippines, explanation of results and discussion

(3) Audit of 2 garment factories in Cambodia, explanation of results, discussion and additional audit

Feb. 28-Mar. 1, 2003 ;

Participate in "Workshop of The Working Group for Benchmarking and Audit Guideline Development Projects, SOME-METI Work Program" (Yangon, Myanmar)

(1) Report of results and discussion of audit of building (Vietnam & Myanmar)

(2) Report of results and discussion of factory audit (garment industry in Cambodia and iron & steel industry in Philippines)

(3) Introduction and discussion of creation of a database, benchmark, and guideline in Japan

(4) Case study of creation of a database, benchmark, and guideline in Vietnam & Myanmar

(5) Introduction and discussion of implementation and concept of the development of bench mark in ASEAN

(6) Discussion of future policy and plan of PROMEEC Project (building & main industries)

Considerable cooperation was provided from Cambodia and Philippines, which were subjects of survey, this fiscal year.

At Cambodia, audit was carried out twice at M&V International Manufacturing Ltd. and June Textiles Co., Ltd. (Cambodia) at Phnom Penh.

Cambodia is just at its start point of development, and electrification is limited to urban areas. We had full support from the related organizations on selecting the 2 companies. Garment industry is a representative industry of Cambodia, and many administration officials attended the workshops and the first audit with enthusiasm, to absorb experience and information from Japanese experts.

Philippines is on the way of further development, as for iron & steel industry, because of the import of cheap slabs and billets and appreciation of scrap (raw material) caused by the robust economy of China, the management of steel manufacturers by electric furnace is in a difficult situation.

A large number of companies are suspending the operation of electric furnace, and the furnace operating companies are diminished to only 5 companies in these days.

To determine the Target Company at the first audit, we visited Philippines Iron & steel Manufacturers Association and 3 iron & steel manufacturers, and made a request to make coordination for the second audit.

By the second audit, the slabs and billets price run up. 2 companies, almost at full-operation, accepted our audit, and audit was carried out at an electric furnace factory of billet production and a rolling mill factory. A large number of engineers, more over the attendants from the Ministry of Energy, participated the workshop to acquire Japan’s energy conservation experience and knowledge.

However, we could have fruitful results by these audits for both parties thanks to the cooperation of administration officials and ACE persons. We believe that the proposed measures for energy conservation are significant points to improve the current situation concerned.

We would very much like to see these proposals put into practice at the earliest opportunity, and the reference materials and actual experiences are utilized effectively, disseminated in ASEAN countries and become the base of future activities, thereby enabling us to contribute to the conservation of energy and presentation of the environment in the ASEAN countries.

Finally, we would like to thank all those at ACE (ASEAN Center for Energy) along with the organizations and factories involved in each country for their cooperation.

目　次

Ｉ． 縫製産業

ASEAN 主要産業省エネルギー診断調査、Workshop 参加者
（MIME 関係者、ACE、ECCJ メンバー）
Phnom Penh、Cambodia　　MIME 玄関にて（2002 年 12 月９日）

Ｉ．縫製産業

１．　プロジェクト要約

本プロジェクトは経済成長著しいアセアン諸国を対象に同諸国の省エネルギー、環境保全および持続可能な経済発展に資することを目的とし、国際エネルギー使用合理化基盤整備事業の一貫として実施された。
本プロジェクトはACE（ASEAN Center for Energy）を中核機関としてアセアン諸国の協力の下、主要産業に関わる省エネルギーを推進して行こうとするものであり、本年度調査対象国および企業のひとつとしてカンボジア王国およびその縫製産業が選定された。以降、同国担当者との協議に基づき診断計画が策定され、2002年12月９日～13日および2003年２月17日～21日間のうち４日間縫製産業２社のサイトにおいて、カンボジア王国MIME（工業･鉱山・エネルギー省）の担当者を交え診断が実施された。
以下に同国の政治、経済状況も含め調査結果につき報告する。

１．１　調査対象および体制

（１）対象国および対象企業

対象国　：カンボジア王国
対象企業：M & V International Manufacturing Ltd. および
June Textiles Co. Ltd.

（２）体制

１）カンボジア

工業・鉱山・エネルギー省（Ministry of Industry, Mines and Energy: MIME）：

Mr. Khlaut Landy	Under Secretary of State MIME
Dr. Sat Samy	Director of Energy Technique Dept.
Mr. Chan Socheat	Manager of Electric of Energy Technique
Mr. Lieng Vuthy	Deputy Head of Energy Efficiency and Standard Office
Mr. Toch Sovanna	Deputy Head of Renewable Energy Office
Mr. Khlainia Amradararith	Technical Energy Dept
Mr. Ouk Theary	Technical Energy Dept
Mr. Nong Chhavyvann	Technical Energy Dept

Mr. Yem Chandararith	Dept. of Energy Development
Mr. Ly Chamroeurn	Technical Energy Dept
Mr. Heang Bora	Staff of Energy Efficiency and Standard Office
Mr. Choun Thea	Staff of Energy Efficiency and Standard Office
Mr. Hing Kunthap	Consultant, Energy & Environment Advisor of Dr. SAT SAMY
Mr. Soeung Vandoeun	Technical Energy Dept
Mr. So Veasna	Technical Energy Dept
Mr. Chhay Khan	Technical Energy Dept
Mr. Chhim Thearith	Electrical Engineer, Technical Energy Dept.
Mr. Thach Sovannreasey	Dept. of Energy Development
Mr. Chum Sopha	Technical Energy Dept
Mr. Anderson WILLIAMSON	(From Australia: Sustainable Energy Development Authority (SEDA)

２）M & V International Manufacturing Ltd.

Mr. WENY Wei	Administration Dept. Officer for all M & V
Mr. SU Chin Pha	Manager of Energy Sect.

３）June Textiles Co. Ltd.

Mr. William ONG	General Manager
Mr. YI Sokhom	Shipping Manager.

４）ACE (ASEAN Center for Energy):

Mr. Christopher ZAMORA

５）日本：財団法人省エネルギーセンター

渋谷　浩志	国際エンジニアリング部・部長
松浦　市郎	国際エンジニアリング部　技術専門職
田中　秀幸	国際エンジニアリング部　技術専門職

１．２　カンボジアの政治・経済情勢

（１）カンボジアの政治･経済情勢など

１）国勢

国名	カンボジア王国
面積	18.1 万 km2（日本の約１／２弱）
人口	12.2 百万人（2000 年）
首都	プノンペン

言語　　　　カンボジア語（公用語）
宗教　　　　仏教（上座部仏教）

２）基礎的経済指標
国内総生産 約 30.9 億 US$（2000 年、経済財政省資料）
貿易額（2000 年、国立銀行資料より）
（１）輸出　10.5 億 US$(内再輸出 1.1 億 US$)
（２）輸入　14.3 億 US$
（３）貿易収支　2.8 億 US$
主要貿易品目　（１）輸出　縫製品、木材、ゴム、魚介類、農作物(大豆、とうもろこし)
（２）輸入　石油製品、タバコ、金、建設資材、自動車、電気製品

通貨・為替レート リエル（1US$＝3880 リエル、2000 年）

３）政治体制
政体: 立憲君主制
元首: ノロドム・シハヌーク国王（1993.9.24 即位）
国会: 二院制（国民議会及び上院）
主な行政省庁：
外務・国際協力省、国防省、内務・国家保安省、経済・財務省、情報省、公共事業・運輸省、司法省

４）政情
1998 年 11 月、人民党と FU 党は連立政権樹立、11 月末にフン・セン人民党副党首（前第二首相）を首相とする新政府が成立した。
人民党が閣僚の重要ポスト（首相、官房長官、主要経済関係閣僚）を押さえ、人民党主導の政府となっている。国防、内務両省については、前回政府同様に共同大臣制を取っている。また、各省庁には大臣の下に、両党出身の２人の長官を配置している。

新政権は自らを「経済政権」と銘打ち、国内の健全な発展のためには効率的な行財政制度の構築が不可欠との認識の下、主として５つの改革（財政改革、森林資源管理、兵員削減、行政改革、社会セクター改革）を積極的に推進した。
その後、付加価値税（10%）の導入等による財政収入の増加や、森林の不法伐採の減少等、改革の初期の成果が徐々に現れている。2002 年６月の第六回カンボジア支援国会合（於プノンペン）では、各ドナー国・機関は、特に法制度・司法改革及び汚職対

策等、一部の分野において依然改革の遅れが見られるが、全般的にはカンボジア政府の改革努力により着実な成果が見られることを評価するとともに、更なる努力を促した。

5）経済動向

1997年の7月事変及びアジア経済危機による外国援助や投資、観光収入の減少等により経済が悪化（GDP成長率は1996年の3.5%から1998年には1.5%に低下)。新政権は、経済再建を最大の課題として、財政・森林管理、兵員削減、行政・社会セクター等の改革に真剣に取り組み、定期的に改革の進捗に関するドナー国とのモニタリング会合を開催した。1999年には政治的安定の回復とともに経済が好調に推移し、6.7%のGDP成長率を達成した。2000年は洪水による大きな被害を受けながらも、7.7%、2001年も6.3%の成長率を達成している。

6）経済

カンボジアの主要経済指標を表Ⅰ—1－1に示す。

表Ⅰ—1－1　基礎経済データ

		1997	1998	1999	2000	2001
人口（百万人）		10.7	11.4	11.7	12.2	
実質経済成長率（%）		4.3	2.1	6.9	7.7	6.3
GDP（百万ドル）		3269	3011	3300	3351	3404
一人当たりGDP（ドル）		281	247	264	261	259
国家予算（百万ドル）		424.6	412.9	480.3	546.7	
GDP構成比（%）	農林水産業	46	45.8	42.8	38.2	36.9
	鉱工業	15.2	16.1	17.1	20.8	21.9
	サービス業	34.6	34	34.5	35.5	35.3
物価上昇率(%)		5.5	13.8	3.7	-4.6	-2.8
為替レート（ﾘｴﾙ／ドル）		2946	3744	3808	3845	3922
輸出（再輸出）（百万ﾄﾞﾙ）		862(327)	900(296)	884(172)	1261(170)	1375(176)
輸入（百万ドル）		1092	1073	1159	1524	1600
貿易収支（百万ドル）		-230	-173	-275	-263	-226

（2）カンボジアと日本の主要輸出入品目

1）対日貿易

（イ）貿易額（2000年、単位：百万円）

日本からの輸入　4,146

日本への輸出　5,573

（ロ）主要品目

日本からの輸入　モーターサイクル、機械等

日本への輸出　履物、魚（冷凍）等

２）我が国からの直接投資

製材工場、亜鉛鉄板工場、自動車サービス工場等

１．３　カンボジアのエネルギー事情

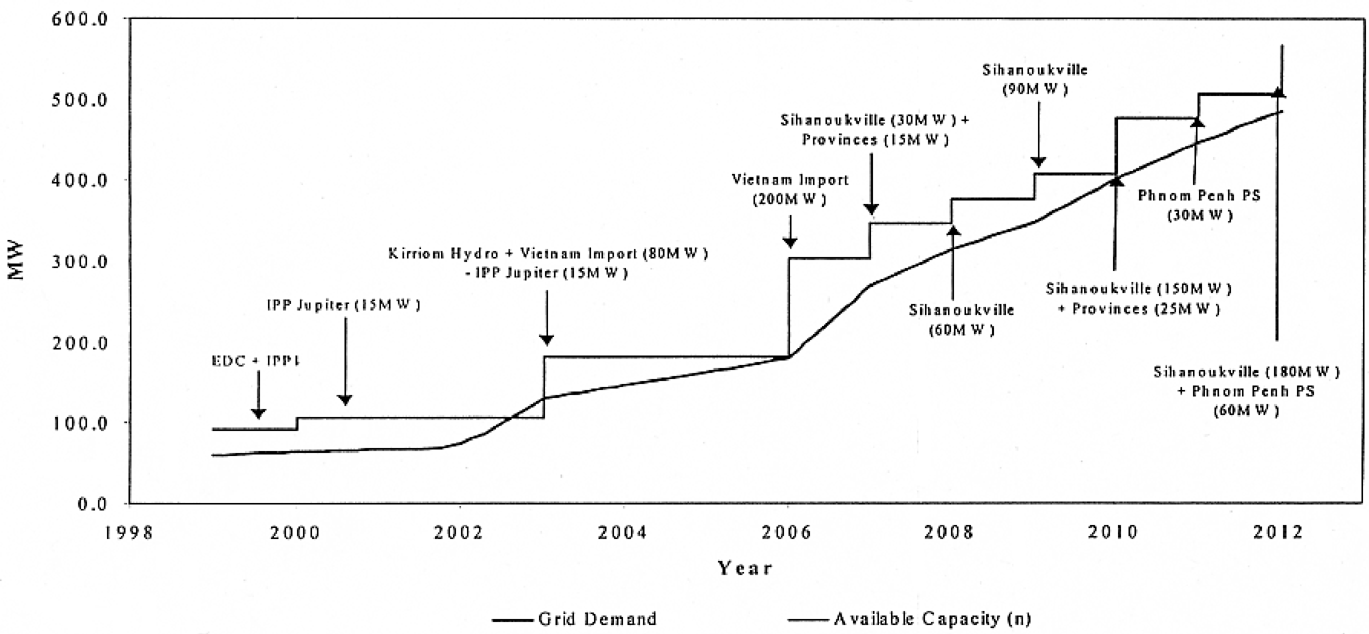
カンボジアのエネルギー化政策等を担当しているのは MIME（Ministry of Industry, Mines and Energy）である。その活動成果はすこしづつ出てきつつあるようであるが、資金不足等で歩みは遅い。

国内のエネルギーは依然として薪が多い。石油・天然ガス・石炭などの埋蔵があると予想されているが未だ確認されていない。水は豊富であるが、平地が多く山地が限られているため予想水力は 10,000MW 程度と見込まれている。

エネルギー需給は石油製品が 95%に近く、全量が輸入である。用途は交通機関及び発電用（公共、自家発電等）が主である。ガソリン・灯油・ディーゼル油・燃料油がほぼ等量づつになっている。

カンボジアの産業エネルギーの主体はやはり電力である。現在の電化率は 20%以下程度の状況である(2001 年は 15%であった)。電化はプノンペン市及び地方の大きな都市とその周辺に限られており、大部分の地域では今なお電気とは縁の無い生活を強いられている。したがって、カンボジアではまず全国に電化を行き渡らせる事が第一優先課題となっている。

MIME の計画・方針に従い、その管轄下にある EDC（Electricite du Cambodge カンボジア電力公社）を主体に全土の電化計画が推進されている。新規開発と周辺国からの輸入等で、現在の約 150MW から 2016 年には約 750MW の電力供給を行なう計画が進められている。図Ｉ－１－１にカンボジア MIME 作成の 2012 年までの発電と送電マスタープランを示している。



図Ⅰ－１－１　カンボジアの発電と送電マスタープラン

１．４　カンボジアの縫製産業の概要

カンボジアの現状認識のためこれまで公にされている資料等からの情報を下記する。

１）カンボジアの対外関係

近隣国との関係では国境の確定問題が残っている。たびたび国境付近で小競り合いが起きているが、国境が明確でないことによる事件とみなされ、解決に向けての外交交渉が続けられている。

中国とは「一つの中国」政策の支持を表明しており、両国関係はかなり緊密化されている。

しかし、今はなんと言ってもアメリカがカンボジアに与えている影響は非常に大きいと言えるだろう。

アメリカは、まず援助供与国としての存在である。カンボジアに対する援助供与国として、最大かつ突出しているのは日本であるが、アメリカによる実施額も 1999 年単年は 2 億３千万ﾄﾞﾙで第２位であり、1992～1999 年の累計でもフランスを若干上回って２位となっている。しかし、アメリカは 1997 年の「７月政変」以後、カンボジアに対する援助は人道援助に限り、しかも中央政府をカウンターパートにはしないという方針を採っている。

２）カンボジアの経済と縫製産業

近年、物価上昇はほとんど見られず、リエル（Riel）貨の対米ドル・レートは 2000 年で１ドル＝3800～3900 リエル、 2002 年では 3900～3950 リエルの範囲で落ち着いている。

カンボジアでは国内通貨はもちろん、米ドルが一般に通用している状況である。

外国からの直接投資は 2000 年前後までは減少傾向であった。しかし観光（Hotel 建設を含む）部門への投資が大幅に増加し、また、縫製部門への投資では大きな減少が見られず、件数では増加している。2000 年の製造業部門別投資で縫製部門は約 60％を占めており、エネルギー部門は約 16％であった。現在の縫製会社は 200 社を超えると言われている。

さらに、アメリカが縫製産業に与える影響は非常に大きいものがある。1999 年には、縫製品の輸出がカンボジアの国内産品輸出の 80％以上を占め、しかもその大部分はアメリカ向けであった。また、カンボジアの縫製産業は台湾、中国、香港からの中華系資本による投資に牽引されて発展してきているが、その投資誘因としてアメリカがカンボジアに認めている輸入数量割り当てがかなり強く働いていると見られている。また、輸出される縫製品はごく一部を除き、一般特恵制度対象品である。一方、アメリカは対カンボジア数量割り当ての引き上げに積極的であるとは言いがたい。むしろカンボジアの労働条件が劣悪であることを理由に増加ボーナス分の付与を渋ってきた。すなわち、アメリカの対カンボジア通商政策は、現在のカンボジアの随一で最大の輸出産業の発展を左右し、それはそのままカンボジア国民経済全体の産業化の深化や成長に関わっている。

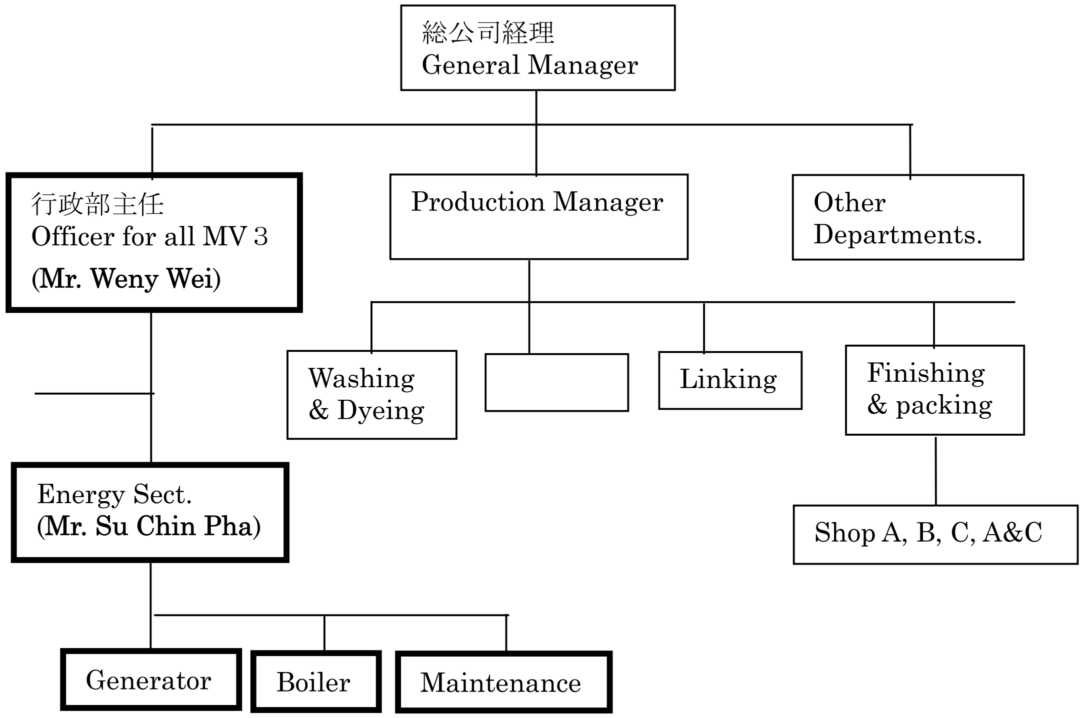
２．診断対象縫製工場の概要

カンボジア縫製産業の省エネルギー診断調査を実施するに当たり、ECCJ は ACE に対し Phnom Penh 市内またはその周辺にある２つの縫製工場の選定を依頼した。カンボジア政府担当部署は ACE からの依頼に対し、前項に記載した２縫製工場を選定した。

以下に、選定された２縫製工場の概要に付いて述べる。

２．１ 縫製工場１－M&V International Manufacturing Ltd.の概要

会社名：	M&V International Manufacturing Ltd.
工場名：	M&Ｖ No.３工場（MV３工場）
住所：	No. 1623 Chac Angre Kraum, Phnom Penh, Cambodia Tel:（855）23-425 041
製品：	ニットウェア（セーター）
生産量：	5,102,531 着（2001 年実績）
従業員：	約 3000 人　（内スタッフ 80～90 人）
勤務体制：	８時間勤務（7:00~11:00, 12:30~16:30）、１個班体制
組織図：	MV３工場の組織を図Ｉ－２－１に示す。 本社はマカオ（中国）にあり、工場はマカオに１工場、カンボジアに４工場がある。



図Ｉ－２－１　MV３工場組織図

操業概要：　同工場はマカオにある本社管理の下でセーターのみを生産している。生産の組織・管理は全てマカオが掌握しており、MV３では本社の指示に従って生産のノルマを果たしているのが役目との印象を受けた。
この会社は 1994 年に設立され、MV３での操業は 1997 年から行なわれている。年間生産量は 500 万着余りであり、全量が USA、EU 等への輸出である。

セーターは季節に先立ち生産されることから、７～８月が生産のピークであり、例年２月が底になるパターンを繰り返している。２月の診断調査の際、工場内は閑散としており、従業員の数も少なくピーク時に比べ約１／３の生産量となっていた。
エネルギー源は電力と石油品で、電力は主に Diesel 発電機による自家発電に頼っているが夜間照明等の電力は EDC (Electricite du Cambodge カンボジア電力公社)から購入している。
ボイラー用には河川水および重油を使用している。

２．２ Ｍ＆Ｖ－MV３工場の設備と能力

（１）設備

ボイラー　　　　　No.１ボイラー　　横型炎管ボイラー 4,200kg/h

No.２ボイラー　　貫流ボイラー　　　1,560kg/h

No.３ボイラー　　貫流ボイラー　　　　783kg/h

No.４ボイラー　　横型炎管ボイラー 6,000kg/h

受電設備　　　　　380V（トランスなし）

縫製工場設備として染色装置、洗濯機、乾燥機、縫製機、編み機、アイロン、照明、空調装置等がある。

（２）工場配置図

図Ｉ—２－２にM&V－MV３工場配置図を示す。

（３）操業体制

3000人～4000人の１個班体制（約1000人の臨時雇用がいると見られる）

勤務時間は７：00～11：00、　12：30～16：30の８時間

エネルギー設備の担当は16人体制

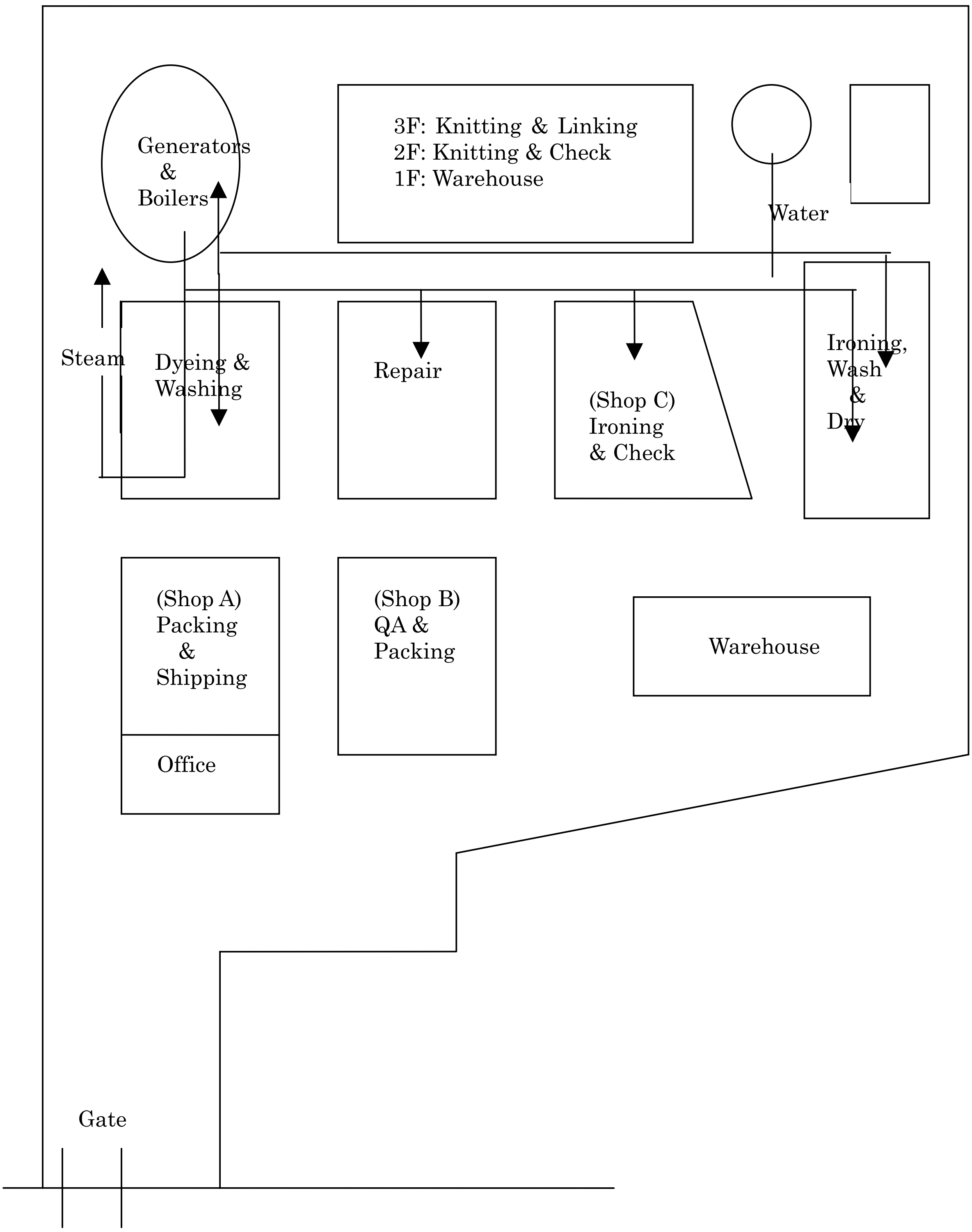
（４）エネルギー消費量

2002年の種類別エネルギー消費量を表Ｉ－２－１に示す。ここに示す数字はM&V社から入手したDataである。

表Ｉ－２－１　エネルギー消費量（2002年）

(1US$ = 3,950Riels)

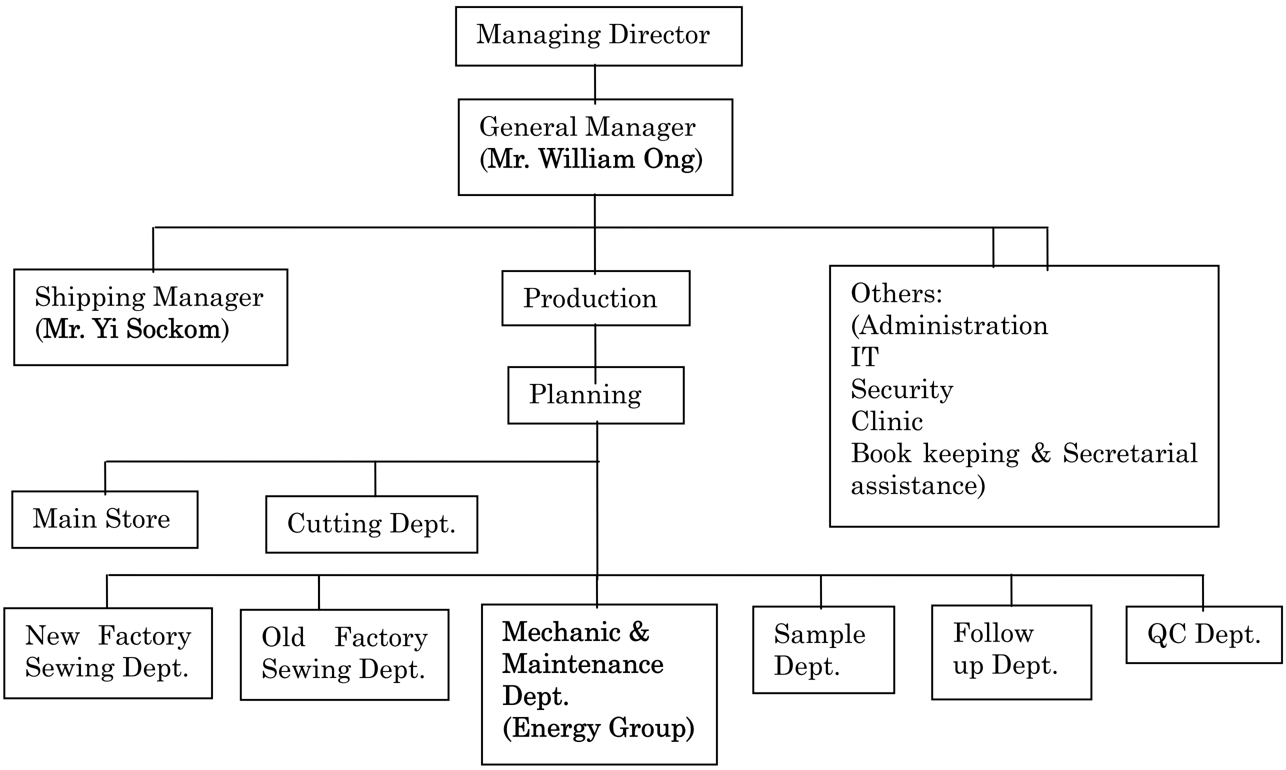
種類	消費量	単価	消費額（US$)
重油（kL/y)	927.6	US$0.25/L	231,900
Diesel油（kL/y)	480	US$0.35/L	168,000
電気（MWh/ｙ)	214	600Riel/kWh = US$0.152/kWh	32,545
		合計	432,455



図Ｉ－２－２　M & V International Manufacturing Ltd.　MV3 工場は配置図

２．３ 縫製工場２－June Textiles Co., Ltd.の概要

会社名：	GIMMILL Industrial (Pte) Ltd. (RAMATEX/GIMMILL Group) June Textiles Co., Ltd. (Cambodia)
工場名：	June Textiles Co., Ltd. (Cambodia)
住所：	Russian Blvd., Borei 100 Khnong, Sangkat Tek Thla, Khan Russei Keo, Phnom Penh Tel: 023-883-338
製品：	カジュアルウェア（主製品：T－シャツ）
生産量：	117 万ダース（2001 年実績）
従業員：	4,393 人 （2002 年 11 月 30 日）（内熟練者 30 人）
勤務体制：	７．５時間勤務２個班体制 (6:15~14:15 (7.5 hours)、14:15 ~22:15 (7.5 hours))
組織図：	June Textiles Co., Ltd. (Cambodia)の組織を図Ｉ－２－３に示す。 本社はシンガポールにある。



図Ｉ－２－３ June Textiles Co., Ltd 工場組織図

操業概要：　同工場はシンガポールにある本社管理の下で T シャツを主体にしたカジュアル製品を生産している。

この会社は 1992 年に設立され、操業は 1994 年から行なわれている。1997 年には新建物を既設建物に隣接して建て、現在の年間生産量は 117 万ダース（2001 年実績）となっている。全量が USA、EU への輸出である。

エネルギー源は電力と石油品で、電力は自工場内に設置されている IPP（Independent Power Producer）Diesel 発電機からの電気を購入していたが、2001 年からは EDC（Electricite du Cambodge カンボジア電力公社）からも購入するようにしている。14:15～22:15 の時間帯は IPP からの電力を、その他の時間帯は EDC 電力を使っている。

ボイラー用には水道水および Diesel 油を使用している。

２．４ June Textiles Co., Ltd. の設備と能力

（１）設備

ボイラー	No.１ボイラー	貫流ボイラー	783kg/h
	No.２ボイラー	貫流ボイラー	500kg/h
	No.３ボイラー	貫流ボイラー	300kg/h
	No.４ボイラー	貫流ボイラー	（中古品据付工事中）

受電設備　22kV（トランス：22kV/400～230V、1500kVA　１基あり）

エアコンプレッサー

No.１コンプレッサー	12.95m^3/min×85.9kW + リザーブタンク　1m^3
No.２コンプレッサー	37kW + リザーブタンク　1m^3 （No.3 コンプレッサーと共用）
No.３コンプレッサー	37kW

縫製工場設備として裁断機、縫製機、アイロン、照明、空調装置等がある。

（２）工場配置図

図Ⅰ―２－４に－June Textiles Co., Ltd の工場配置図を示す。

（３）操業体制

4393 人の２個班体制

操業時間は 6:15～14:15 の内 7.5 時間、14:15～22:15 内 7.5 時間の合計 15 時間

（４）エネルギー消費量

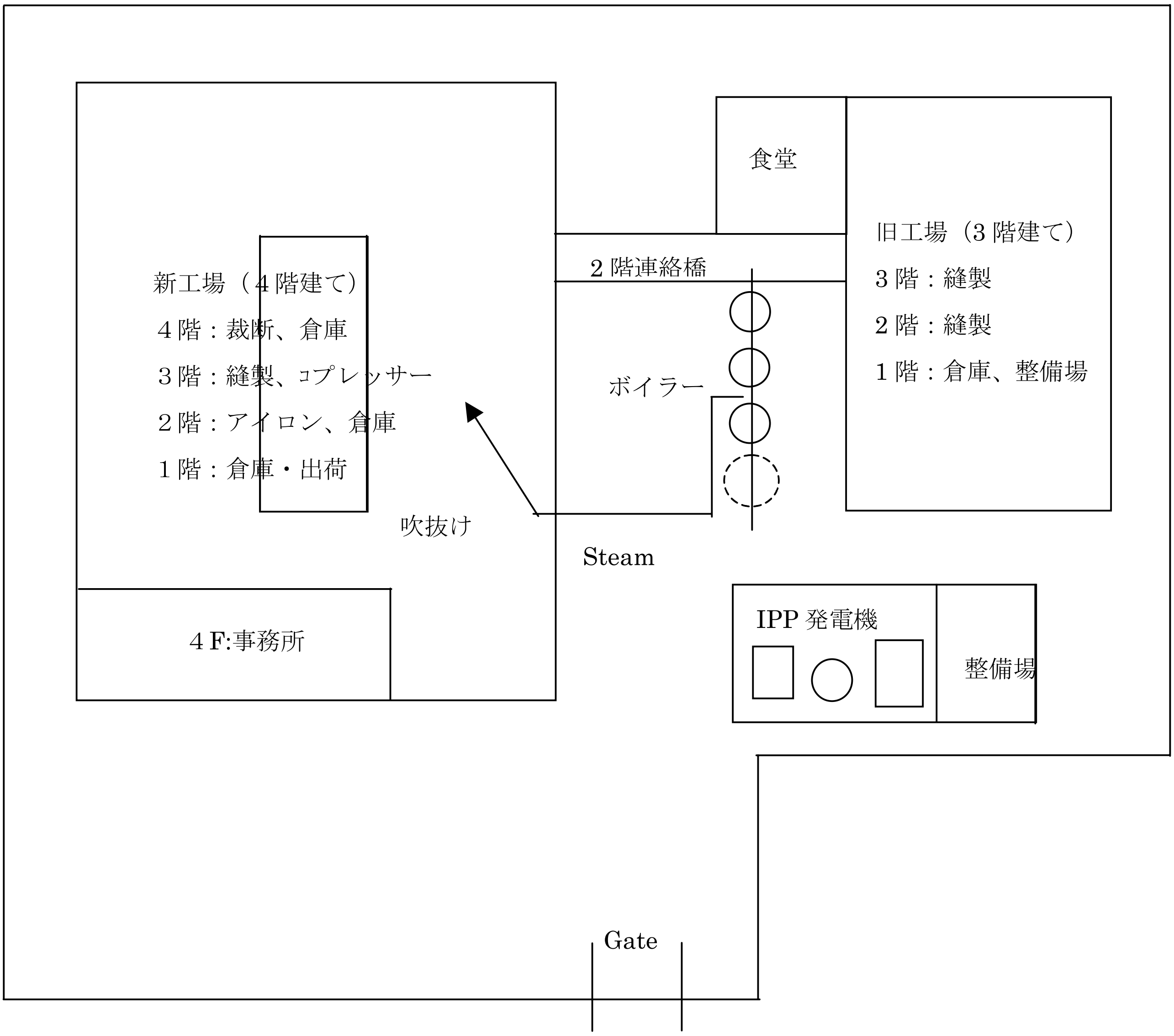
2002 年の種類別エネルギー消費量を表Ⅰ－２－２に示す。ここに示す数字は June

Textiles 社から入手した Data である。

表Ｉ－２－２　エネルギー消費量（2001 年 12 月～2002 年 11 月）

(1US$ = 3,950Riels)

種類	消費量	単価	消費額（US$)
IPP 電気（MWh/y)	1,676	480Riel/kWh = US$0.122/kWh	205,168
EDC 電気(MWh/y)	2,170	480Riel/kWh = US$0.122/kWh	265,165
Diesel 油（kL/y)	198	US$0.35/L	67,747
		合計	538,080



図Ｉ－２－４　June Textiles Co., Ltd.工場配置図

３．診断計画

カンボジアを訪問して行なう診断調査は、選定された２縫製工場について製品製造工程・エネルギー使用量・排熱利用実態をつかみ、省エネルギー推進のための改善案を提示するとともに、現地でワーク ショップを開催して、日本の省エネルギー技術や省エネルギー活動等を紹介し省エネルギー意識の向上・啓蒙普及を図ることであった。さらには、省エネルギー診断実施後、ASEAN 諸国の同種産業の実態・省エネルギー診断技術レベル等を勘案し、ASEAN 側省エネルギー推進者が標準的省エネルギー診断方法を確立するための支援を行うのが目的である。

実施に当たっては、調査を２回に分けて行なった。
第１次現地調査では、第１回目のワーク ショップを行なった。縫製業のエネルギー診断のポイントや日本の縫製業で実現されている省エネルギー技術を紹介し理解してもらうことに努めた。
診断は、事前に送付した質問状による確認と、実際の工場で ACE がアレンジした現地の診断グループが派遣専門家の指導下で測定して実施する診断調査を同時進行で行った。
第２次現地調査は１回目診断の結果判明した省エネルギー改善案をもとにカンボジア政府担当部署（工業・鉱山・エネルギー省：MIME：Ministry of Industry, Mines and Energy）関係者、および各２社の管理者に説明した。さらに、その内容を確認するために再度現地の診断調査を行なった。

３．１ 診断の進め方

省エネルギー診断調査受け入れを承諾してくれた２社はともに１次･２次共に各１日づつの訪問となった。
１次の診断調査ではMIMEおよびECCJから今回の診断調査のいきさつと意義について両社の Plant Manager に説明した。質問書の回答がされていない為、まず全員で工場視察をした。その後２組に分かれて１組は質問書の回答確認、他組は現場を再度訪れ診断を実施することにした。
診断組が使用した計器は日本から持参した放射温度計･照度計･クランプ式電流計およびクランプ式電力計であった。

なお、現場での写真撮影は両社とも硬く禁じられ、状況を示す情報が得られなかった。

３．２ 診断対象装置の選定と質問書の回答確認

縫製工場で使われているエネルギーは、

電力（自家発電および買電）：ミシン・洗濯機・乾燥機・染色機・ポンプ・

ファン・空調装置の運転、照明等

蒸気：　　　　　　　　　　　アイロン、洗濯機・染色機の温度管理等

に限られている。

したがって、発電機があればその運転や排熱の回収状況、ボイラーの運転と配管設備や蒸気利用状況、さらにエネルギー使用量の大きいエアコンプレッサーや照明装置に焦点を絞ることにした。

また、ECCJ からの質問書は診断開始時にはすでに２社に渡っていたが、答えは何も準備されていなかった。したがって、こちらから一つ一つ確認しながら回答を聞くことにした。

Questionnaire 及びその回答は添付の表に示す。

両社共に現場での計測や日々のデータ収集がなされておらず、月単位の費用支払票で確認するという状況であった。

設備に計器を取り付け、これによる管理を行なう等の運営が出来るようにしないと異常時の対応もとれず、対策も後手に回らざるを得ないだろう。また異常に気付くのが数ヶ月後になるということもあり得る。

３．３ 診断スケジュール

診断調査を行なった２つの工場はどちらも Phnom Penh 市内にあり、MIME の協力で移動には苦労しなかった。

どちらも２度づつ訪問したが、受入先の都合で１次・２次共に各１日づつの診断調査となった。また、M&V MV３工場では、通訳が英語－カンボジア語、カンボジア語－中国語の２ヶ所に入るため意外と時間がかかった。

診断スケジュールを下記に示す。

１次調査：2002 年 12 月実施

12 月９日（月）　エネルギー効率化および省エネルギーに関するワークショップ開催（MIME、ACE、ECCJ 参加）

12 月 10 日（火）MIME で診断調査の準備・討議

12 月 11 日（水）M&V　MV３工場訪問

参加者紹介、診断調査目的説明、工場視察、診断実施と質問書回答入手

12 月 12 日（木）June Textiles Co., Ltd. 工場訪問

参加者紹介、診断調査目的説明、工場視察、診断実施

と質問書回答入手

12 月 13 日（金） MIME で診断調査のまとめおよびラップアップミーティング実施

２次調査：2003 年２月実施

２月 17 日（月） MIME にて１次診断調査の結果（省エネルギー改善案）を説明および討議

２月 18 日（火） June Textiles Co., Ltd.工場訪問
１次診断調査の結果（省エネルギー改善案）の説明、および診断再実施と情報入手

２月 19 日（水） M&V MV３工場訪問
１次診断調査の結果（省エネルギー改善案）の説明、および診断再実施と情報入手

２月 20 日（木） MIME で診断調査まとめと改善案の修正、
MIME エネルギー技術局長への報告

２月 21 日（金） MIME にて診断調査のまとめ、
MIME 副大臣への省エネルギー改善案の報告

４．　診断対象設備

４．１　M&V International Manufacturing Ltd.の診断調査

（１）ディーゼル発電装置の設備仕様と運用方法

１）設備容量

No.１ 発電装置：500kVA,400kW　　－

No.２ 発電装置：720kVA,576kW　　JUBILEE GENERATING SET,UK

No.３ 発電装置：720kVA,576kW　　JUBILEE GENERATING SET,UK

２）運用方法

７:30～11:30AM, １PM～５PM は No.２,３発電装置を運転し、工場負荷をまかなっている。

夜間は EDC(電力公社)から買電し、工場負荷をまかなっている。

診断当日は No.１：250kW, No.２：230kW で合計 480kW 程度の発電出力(工場負荷)であった。

（２）受変電設備

１）設備容量

３相・400V 電源を EDC(電力公社)より買電している。

２）運用方法

EDC(電力公社)からは主に夜間の時間帯で買電をしている。時間帯および買電枠は EDC と協議し、決定している。

買電電力量は約 13000kWh/m である。

（３）ボイラー設備の設備仕様と運用方法

１）設備容量

A ボイラー	蒸発量 4200kg/h×10kg/cm^2	横型炉筒煙管型
	LAI CHEN WORKS CO.LTD, TAIWAN	
B ボイラー	蒸発量 3450LBS/h×10kg/cm^2	縦型
	FULTON BOILER WORKS.INC., NY	
C ボイラー	蒸発量 1725LBS/h×10kg/cm^2	縦型
	B ボイラーと同一メーカ	
D ボイラー	蒸発量 6000kg/h×10kg/cm^2	横型炉筒煙管型
	A ボイラーと同一メーカ	

２）運用方法

Dボイラー１基で、主にDyeing, Dryer, Ironing工程に7kg/cm^{2}蒸気を供給している。

（４）照明設備

１）設備容量

Shop A： 多数の局部照明と36灯の天井(全般)照明を併用している。

Shop B： 多数の局部照明と18灯の天井(全般)照明を併用している。
但し、天井(全般)照明は消灯中である。

Shop C： 多数の局部照明と266灯の天井(全般)照明を併用している。

Washing & Dyeing：天井(全般)照明

Shop A & B： 多数の局部照明と天井(全般)照明を併用している。

２）運用方法

休止設備での天井(全般)および局部照明は消灯に心がけている。

運転設備では多数の局部照明と天井(全般)照明とを併用している。

４．２ June Textiles Co., Ltd.の診断調査

（１）ディーゼル発電装置の設備仕様と運用方法

１）設備容量

No.１発電装置： 350kVA/280kW PERKINGS ENGINES LTD,UK

No.２発電装置： 500kVA/400kW PERKINGS ENGINES LTD,UK

２）運用方法

発電装置の運用はIPP会社で行っており、当該企業はこの電力を購入している。

２PM～10PMは２台の発電装置より買電し工場負荷約700kWをまかなっている。

（２）受変電設備の設備仕様と運用方法

１）設備容量

EDC(電力公社)より22kV受電をしている。主変圧器は22kV/400-230V, 1500kVAの容量である。

２）運用方法

現在の所、EDC（電力公社）を６AM～２PMの時間帯で買電している。

時間帯および買電枠はEDCと協議し決定している。

（３）ボイラー設備の設備仕様と運用方法

１）設備容量

No.１ボイラー：　蒸発量 1725LBS/h×10kg/cm^2　FULTON BOILER WORKS INC, NY

No.２ボイラー：　蒸発量 500kg/h×10kg/cm^2 MIURA BOILER CO. LTD,JAPAN

No.３ボイラー：　蒸発量 300kg/h×10kg/cm^2

No.４ボイラー：　増設中

２）運用方法

現在の所、No.１ボイラー１基で主に Ironing 工程にボイラー
出口蒸気圧力 3.3kg/cm^2 程度で蒸気を供給している。

（４）エアーコンプレッサー設備の設備仕様と運用方法

１）設備容量

No.１コンプレッサー：　12.95m^3/min×85.9kW(INPUT)
BKOOM WADE, UK

No.２コンプレッサー：　37kW OSP-37S5AR HITACHI, JAPAN

No.３コンプレッサー：　37kW OSP-37S5AR HITACHI, JAPAN

No.１コンプレッサー用リザーブタンク：　１ m^3

No.２ & ３コンプレッサー用リザーブタンク：　0.3m^3

２）運用方法

新旧工場の Sewing Machine に圧空が必要であるため、毎日６AM に起動し、終業の10PM にコンプレッサーを停止させている。３台のコンプレッサーは配管で連絡されており、現在は No.１コンプレッサーによって工場に供給している。

（５）照明設備仕様と運用方法

１）新工場

１階が製品倉庫、２階がアイロン・検査・梱包作業場、３階がミシン作業場、４階が原材料・裁断室であるが、全般に照明器具の取付位置が高い。

２）旧工場

１階がニット製品、２～３階がミシン作業場であるが、全般に照明器具の取付位置が高い。

５．　省エネ調査・測定結果

５．１　M&V International Manufacturing Ltd.の調査、測定結果

（１）ディーゼル発電装置

No.２，３発電装置が稼動中であるが、ディーゼルエンジンの排ガスが有効に利用されていない。

No.２，３発電装置の排ガスを熱回収し、３kg/cm^{2}蒸気を発生させる。

（２）ボイラー設備

ドライヤおよびアイロン工程で蒸気配管、弁部分でむき出し部分があった。

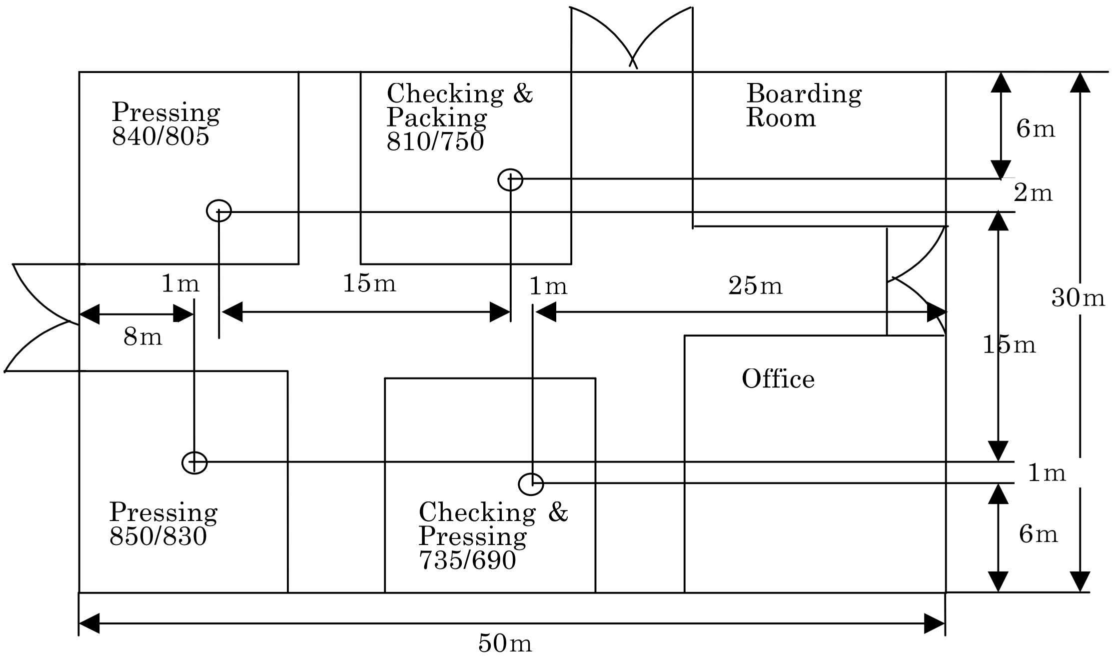
１）ドライヤ工程：	25A 蒸気弁：	10 箇所
	25A 蒸気配管：	３m/箇所×10 箇所=30m
２）アイロン工程：	25A 蒸気弁：	８箇所
	25A 蒸気配管：	２m/箇所×８箇所=16m

（３）照明設備

Shop A, Shop C, Shop A･B では天井(全般)照明が有効に作用していない。

これらを消灯し、省エネルギーに貢献すべきである。下記に照明測定結果を示すが、建屋および測定点位置は図面等がなかったため、全て目測概略値で示している。

１）Shop A での天井照明の点灯/消灯による照度測定結果（図Ｉ－５－１）



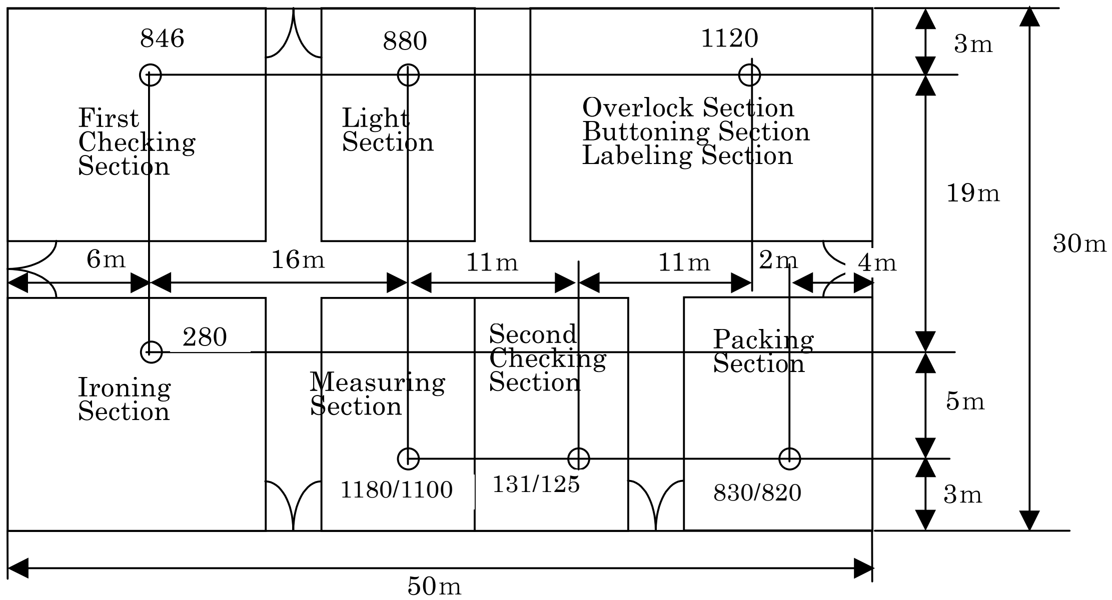
○印は照度測定点

図Ｉ－５－１　Shop A での天井照明の点灯/消灯による照度

（例）840/805　　840 は天井照明と局部照明の両方が点灯時の照度(Lx)

805 は天井照明を消灯時の照度(Lx)

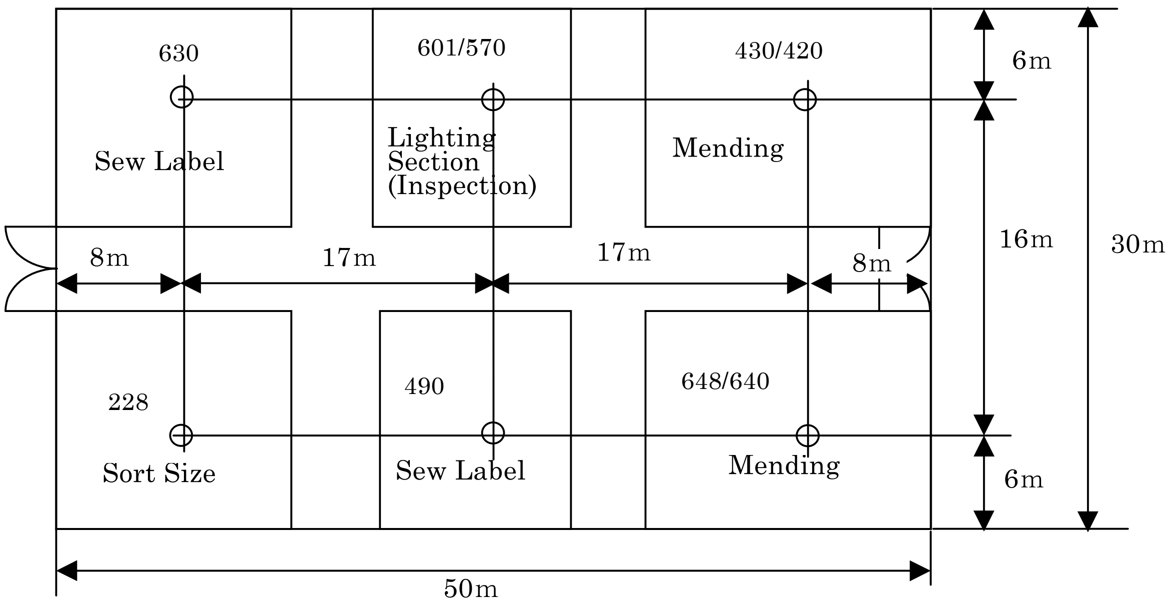
2）Shop C での天井照明の点灯/消灯による照度測定結果（図Ｉ－５－２）



○印は照度測定点

図Ｉ－５－２　Shop C での天井照明の点灯/消灯による照度

3）Shop A･B での天井照明の点灯/消灯による照度測定結果（図Ｉ－５－３）



○印は照度測定点

図Ｉ－５－３　Shop A・B での天井照明の点灯/消灯による照度

５．２　June Textiles Co., Ltd.の調査、測定結果

（１）ボイラー設備

１）アイロン工程からのドレンはその大半が大気に放出されている。

このドレンを熱回収し、ボイラー給水として活用する。

２）ボイラー～スチームヘッダ～工場間の蒸気配管がむき出し状態(表面温度 135℃)である。図 I-５-４にボイラー配管系統図を示す。

この裸配管部に保温施工をして省エネルギーをはかる。

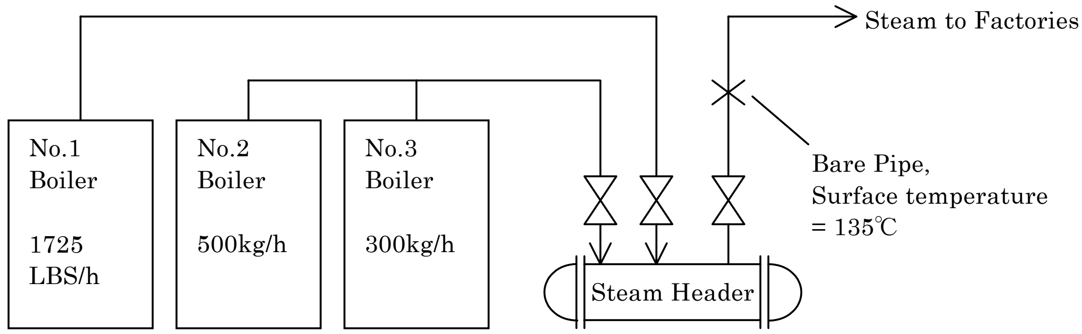


図 I-５-４　ボイラー配管系統図

（２）コンプレッサー設備

診断日当日 No.１コンプレッサーが運転されており、Load/Unload を繰り返して運転している。

新たに２m^3のリザーブタンクを設置し、３台のコンプレッサーによる台数制御を採用し省エネルギーをはかる。

（３）照明設備

新工場４階の Cutting Machine の蛍光灯器具位置は取付位置が高い。さらに 50cm 程度器具位置を下げることで作業面照度は大幅に改善できる。最終的には照明器具数を減らすことが可能で、大幅な省エネルギー効果が期待できる。

同様に旧工場２階の Sewing Machine の蛍光灯器具位置も下げることを提言する。

６． 省エネルギー提言と期待効果

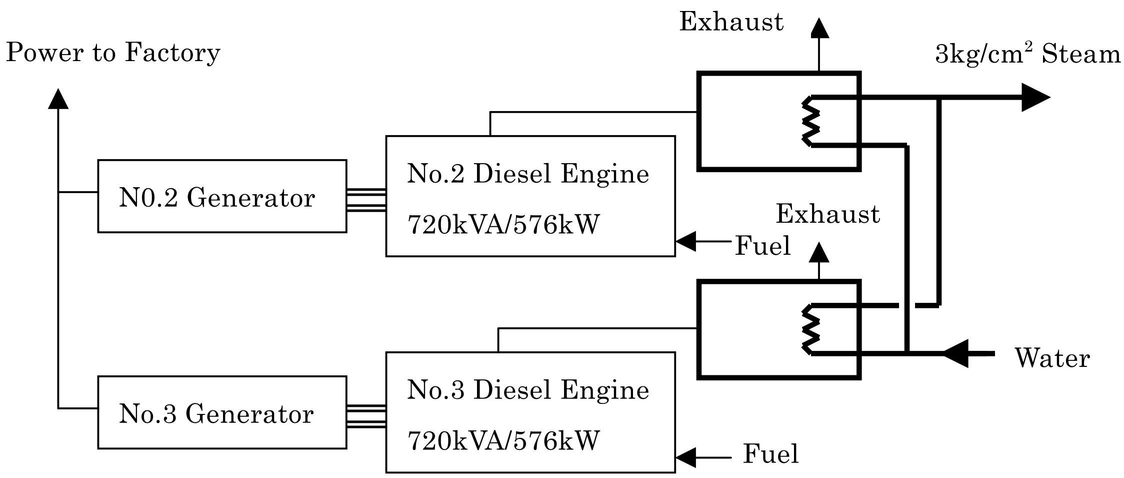
６．１　M&V International Manufacturing Ltd.への提言と期待効果

（１）ディーゼルエンジンからの排ガスの熱回収

１）排ガスの熱回収方法

No. ２，３ディーゼルエンジンの排ガスダクトに熱交換器を新設して排ガスの熱回収を行う。排ガスの熱回収エネルギーで３Kg/cm^{2}蒸気を発生させ既設ボイラーと併用し、結果的にはボイラーで使用する燃料の低減化を図る。

図Ｉ－６－１にディーゼルエンジン排ガスからの熱回収方法を示す。



図Ｉ－６－１　ディーゼルエンジン排ガスからの熱回収法

２）排ガスの熱回収による予測効果

運転条件：	発電出力：	250kW×２基(設備容量=576kW/基)
	回収蒸気圧力	３kg/cm^2
	排ガス回収熱量	45Mcal/h at 250kW（同規模の日本での実績）
	燃料の発熱量	10200kcal/kg
	燃料の比重	0.85kg/L
	燃料（重油）の価格	US$0.25/L at2002 年
	ボイラー効率	85%
	蒸気エンタルピー	664kcal/kg
	給水温度	60℃

運転時間　　　　　　　　2296h/y

蒸気回収量：　　　　　45000×２/(664-60)=149kg/h

熱回収メリット：　　　(45000×２×2296×0.25)/(10200×0.85×0.85)

=US$7010/y (=△28kL/y 燃料節減量)

３）設備投資額　US$98600(日本ベースでの投資額)

a．排ガスボイラー	２基	US$33000×２=66000	
b．ポンプ、配管材料	２式	US$3300×２ = 6600	
c．電装品	１式	US$ 10000	
d．据付工事費	１式	US$ 16000	
	合計	US$ 98600	

（２）ドライヤー、アイロン工程での蒸気配管の保温

１）保温の施工箇所

a．ドライヤー工程での保温なしの箇所

25A steam valve:　　10parts

25A steam pipe:　　３m/part×10parts=30m

b．アイロン工程での保温なしの箇所

25A steam valve:　　８parts

25A steam pipe:　　２m/part×８parts=16m

表Ｉ—６－１に保温なし部の放散熱量を示す。

表Ｉ—６－１　保温なし部の放散熱量

Process (Location)	Operation Period (h/d)	Present Situation (None-heat insulation points)	Heat Loss by Radiation
ドライヤー	10 h/d	25A Steam Valve 10 valves	155kcal/mh×1m×10×10h = 15500 kcal/d
		25A Steam Pipe 30m	155kcal/mh×30m×10h = 46500 kcal/d
アイロン	10 h/d	25A Steam Valve 8 valves	155kcal/mh×1m×8×10h = 12400 kcal/d
		25A Steam Pipe 16m	155kcal/mh×16m×10h = 24800 kcal/d
Total			99200kcal/d

２）予測効果

省エネルギー効果は、

放射熱量×保温効率×年間運転日数×燃料単価/(燃料発熱量×ボイラー効率)

=99200kcal/d×0.8×287d×US$0.25/(10200kcal/kg×0.85kg/L×0.85)

=US$772/y (=△3.1kL/y 燃料節減量)

３）設備投資額　US$2850(日本ベースでの投資額)

a．保温材料	１式	US$ 1600
b．保温施工費	１式	US$ 1250
	合計	US$ 2850

（３）Shop A,C,A･B の天井(全般)照明の消灯化

１）Shop A での消灯化による予測効果

天井照明の消灯後の照度は点灯時とほとんど変化がない。即ち、天井(全般)照明は有効に作用していない。したがって、日中は消灯して省エネルギーに努める。

省エネルギー効果は、

天井照明器具の合計容量 4.3kW(40W×３pcs×36sets)であるから

照明器具の合計容量×年間稼動時間×操業率×電気料金単価

=4.3kW×287d×８h/d×0.8×US$0.152/kWh

=US$1200/y

２）Shop C での予測効果

省エネルギー効果は、

天井照明器具の合計容量 9.6kW(40W×３pcs×80sets)であるから

照明器具の合計容量×年間稼動時間×操業率×電気料金単価

=9.6kW×287d×８h/d×0.8×US$0.152/kWh

=US$2680/y

３）Shop A･B での予測効果

省エネルギー効果は、

天井照明器具の合計容量 3.6kW(40W×３pcs×30sets)であるから

照明器具の合計容量×年間稼動時間×操業率×電気料金単価

=3.6kW×287d×８h/d×0.8×US$0.152/kWh

=US$1005/y

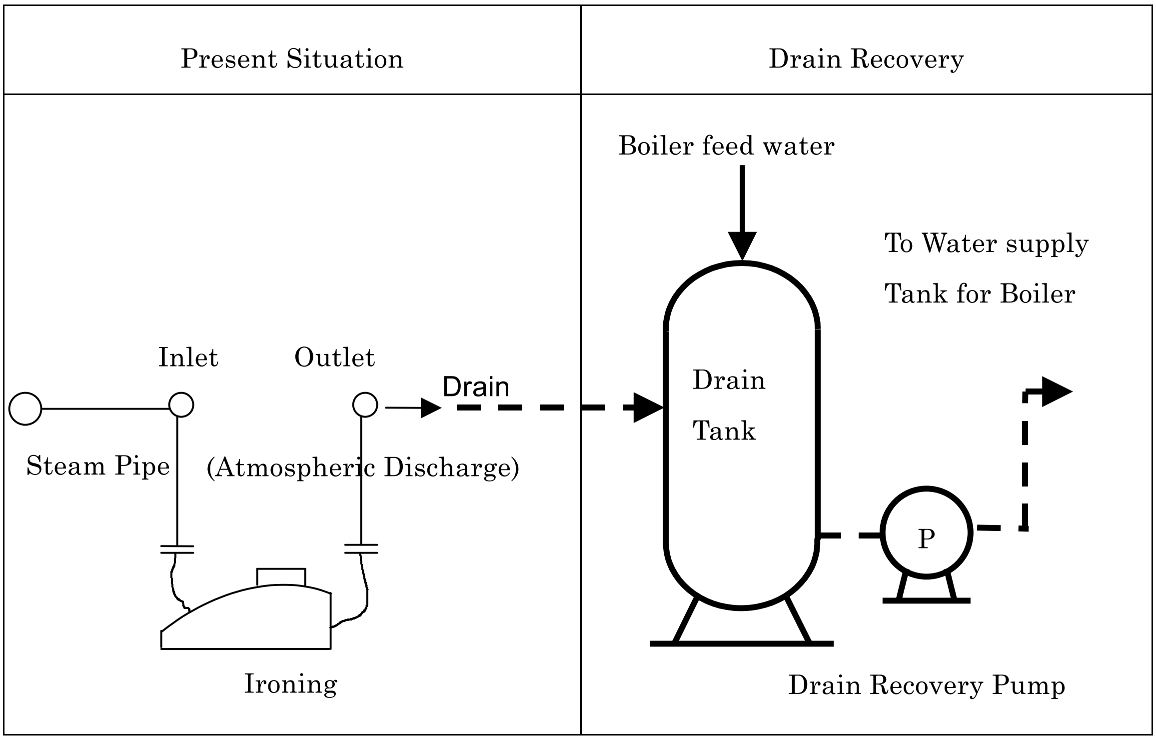
４）設備投資額　　０（不要）

６．２　June Textiles Co., Ltd. への提言と期待効果

（１）アイロン工程からのドレン回収

１）ドレン回収方法

アイロン工程からのドレン回収方法を図Ｉ－６－２に示す。ドレンはボイラー給水およびその加熱に利用する。



図Ｉ－６－２　アイロン工程からのドレン回収方法

２）ドレン回収による期待効果

アイロン工程からの間接加熱(熱交換タイプ)から出たドレンをボイラー給水に利用する。

ドレン回収ポンプを設置し、120℃×1.2kg/cm^2 程度の飽和水をボイラー給水タンクに回収する。

ａ．運転条件：	ボイラー容量	500kg/h
	ボイラー負荷率	60%
	アイロン工程での蒸気消費率	20%

ドレン回収率	50%
ボイラー効率	85%
ボイラー給水温度	30℃
燃料（Diesel 油）単価	US$0.35/L

ｂ．燃料原単位(蒸気１kg を発生するのに必要な燃料使用量)を求める。

給水温度が 30℃(現状)の場合

(664-30)kcal/kg/10200×0.85=0.073kg/kg

給水温度が 120℃(ドレン回収)の場合

(664-120)kcal/kg/10200×0.85=0.0627kg/kg

ｃ．省エネルギー効果は、

ドレン回収量 kg/y×燃料原単位差×燃料単価/燃料の比重

=500kg/h×0.6×0.8×0.5×4800h/y×(0.073-0.0627)kg/kg

×US$0.35/L/0.85kg/L

=US$2443/y (=△７kL/y 燃料節減量)

３）設備投資額　US$27000(日本ベースでの投資額)

ａ．ドレンタンク	５m^3	１基	US$ 15000
ｂ．ポンプ、配管		１式	US$ 5000
ｃ．据付工事費		１式	US$ 7000
		合計	US$ 27000

（２）ボイラー～スチームヘッダ～工場間の裸配管の保温

１）保温施工箇所

図Ｉ-６-３のボイラー配管系統図に示す全ての配管は裸配管（保温なし）である。

対策として、裸配管全長 60m に保温（保温厚み 30mm）施工をする。

２）保温による予測効果

（保温条件）　40A 配管×60m

稼動条件　16h/d×300d/y

保温効果　80%

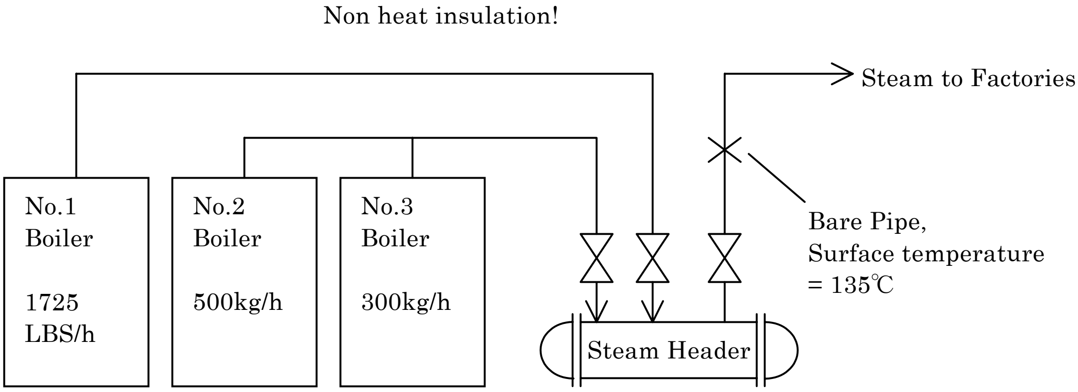
（予測効果）

=230kcal/mh×60m×16h/d×300d/y×0.8/(10200kcal/L×0.85×0.85)

×US$0.35/L=US$2516/y (=△7.2kL/y 燃料節減量)

３）設備投資額　US$3800(日本ベースでの投資額)

ａ．保温材料	１式	US$ 1500
ｂ．保温施工費	１式	US$ 2300
	合計	US$ 3800



図Ⅰ-６-３　ボイラー配管系統図

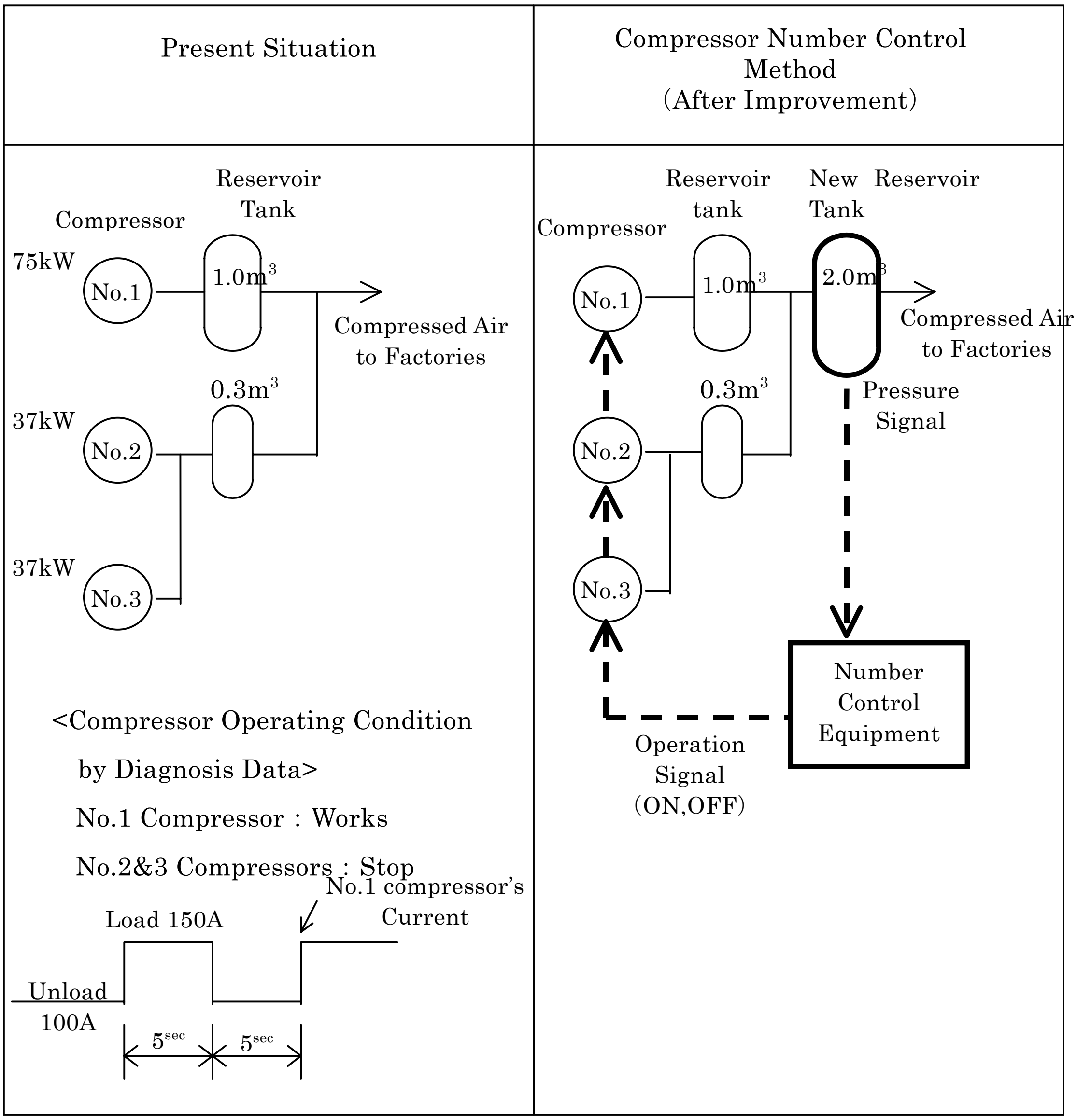
（３）コンプレッサーの台数制御装置導入による省エネルギー

１）台数制御装置の導入方法について

図Ｉ－６－４に新リザーブタンクを設置し、３台のコンプレッサーによる台数制御を行なう方法を示す。

２）台数制御導入による予測効果

現状ではNo.１コンプレッサーは５秒周期でロード､アンロードを繰り返している。アンロード状態では、コンプレッサーからの圧縮空気を送り出していないスタンバイ状態である。新設リザーバタンクに空気をためるようにする。空気のため込み状況はタンク圧力により代表され､このタンク圧力によってコンプレッサーのON/OFFを制御するシステムとする。アンロード運転から運転を休止させることによって省エネルギーが実現できる。



図Ｉ－６－４　コンプレッサーの台数制御法

（予測効果）

アンロード電力=$\sqrt{3}$×0.4×100×0.85=58.9kW

年間のアンロード電力量=58.9kW×16h/d×300d/y×0.8×1/2

=113088kWh (コンプレッサー負荷率を 0.8 と想定)

省エネルギー効果は、

113088kWh/y×US$0.122/kWh

=US$13797/y

３）設備投資額　US$23500(日本ベースでの投資額)

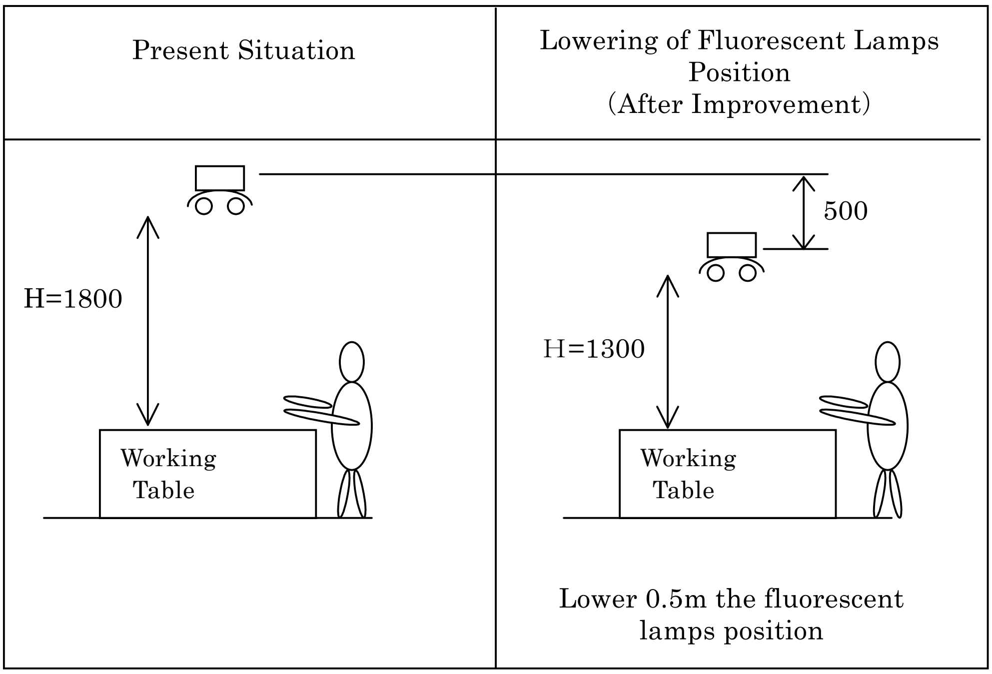
ａ．台数制御装置	１台	US$ 12500
ｂ．リザーバタンク　２㎥	１基	US$ 6000
ｃ．据付工事費	１式	US$ 5000
	合計	US$ 23500

（４）照明器具の取付位置変更による省エネルギー

１）照明器具取付位置変更(改善)の必要箇所

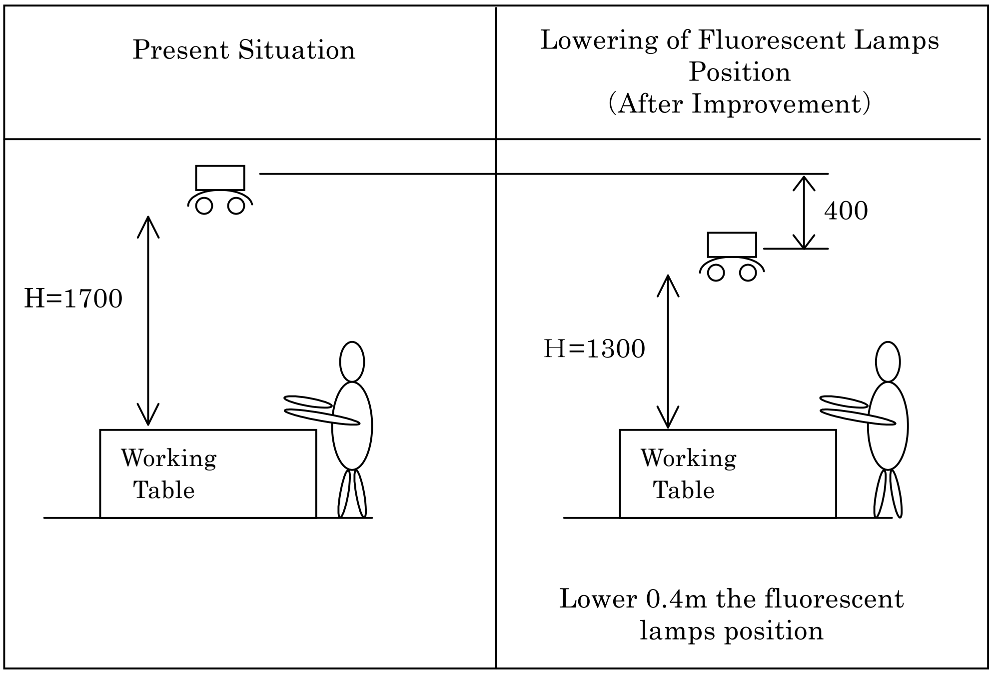
下記２箇所は、広範な部屋でしかも多数の吊り下げ式照明装置が設置してあるところである。この方法は部屋のほとんどの範囲で応用できるものである。

ａ．新工場４階 Cutting Machine 蛍光灯位置変更　（図Ｉ―６－５）



図Ｉ―６－５　新工場４階の蛍光灯位置変更

ｂ．旧工場２階 Sewing Machine 蛍光灯位置変更　（図Ｉ―６－６）



図Ⅰ―６－６　旧工場２階の蛍光灯位置変更

２）予測効果

作業台上の照度は、器具から作業面上の距離 H と密接な関係にある。即ち、H を半分にすれば、照度は４倍となる。

器具の取付位置を下げてやることによって、照度は大幅に改善される。結果的には取付器具数を減らすことができ、省エネルギーが達成できる。

ａ．新工場４階 Cutting Machine の予測効果

ａ）現状の照明器具数　　　40W×２pcs×208 灯

ｂ）照明器具位置を下げた時、同一照度を得るための必要器具数

208 灯×$(1300/1800)^2$=109 灯

ｃ）削減器具数　　　　　　208-109=99 灯

ｄ）省エネルギー量　　　　7.92kW(40W×２pcs×99 灯)

ｅ）省エネルギー効果は、

7.92kW×16h/d×300d/y×0.8×US$0.122/kWh=US$3710/y

（照明負荷率を 0.8 と想定）

ｂ．旧工場２階 Sewing Machine の予測効果

ａ）現状の照明器具数　　　40W×２pcs×128 灯

ｂ）照明器具位置を下げた時、同一照度を得るための必要器具数

128 灯×(1300/1700)^2=75 灯

c）削減器具数　　　　128-75=53 灯

d）省エネルギー量　　　4.24kW(40W×２pcs×53 灯)

e）省エネルギー効果は、

4.24kW×16h/d×300d/y×0.8×US$0.122/kWh=US$1986/y

(照明負荷率を 0.8 と想定)

３）設備投資額　US$6000(日本ベースでの投資額)

a．新工場４階での器具位置変更工事費		US$ 3000
b．旧工場２階での器具位置変更工事費		US$ 3000
	合計	US$ 6000

６．１　省エネルギー効果のまとめ

省エネルギー効果のまとめを表Ⅰ－６－２に示す。

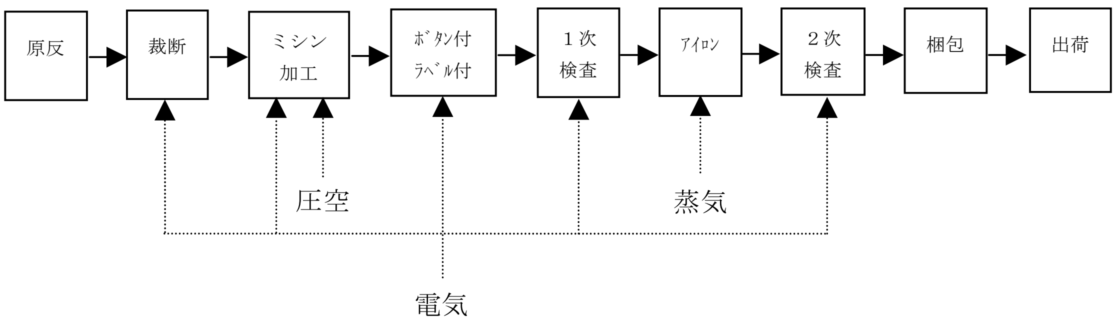
表Ⅰ－６－２　省エネルギー効果まとめ

会社名 ＼ 項目	M&V International Manufacturing Ltd.		June Textiles Co., Ltd.	
	US$/y 予測効果	US$ 設備投資額	US$/y 予測効果	US$ 設備投資額
１．ディーゼルエンジンの排ガス熱回収	7010	98600	－	－
２．蒸気配管の保温	772	2850	2516	3800
３．アイロン工程ドレンの熱回収	－	－	2443	27000
４．コンプレッサーの台数制御化	－	－	13797	23500
５．照明設備の効率化	4885	－	5696	6000
合　計	12667	101450	24452	60300

７．　省エネルギー推進のガイドライン

７．１　縫製産業のプロセスの概要

製造プロセスは図Ｉ―７－１の通りで、電気、水、蒸気、圧空などの用役を、どの工程で、どのように使用されているかを先ず把握する。



図Ｉ―７－１　縫製産業の製造プロセス

７．２　エネルギー消費の実態把握

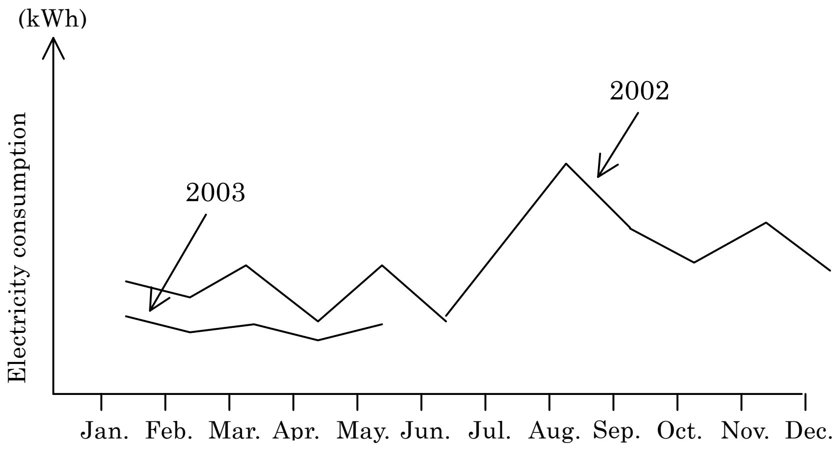
（１）事前収集データ

各工場で準備したエネルギー使用状況表に事前にデータ収集し記載する。

(生産量、電気、燃料、蒸気、水、圧空の使用量を記載する)

（２）エネルギー使用量をグラフ化する。

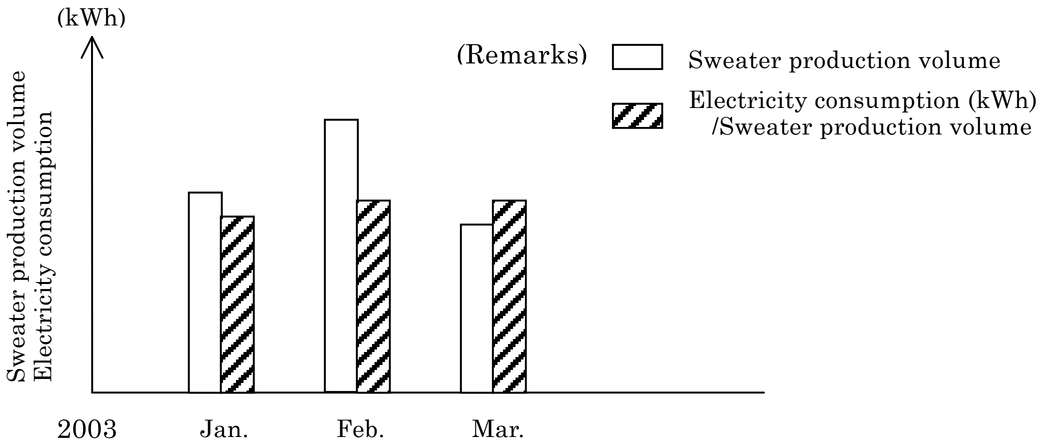
例として、図Ｉ―７－２のように工場の電気使用量をグラフ化する。



図Ｉ―７－２　工場の電気使用量（例）

（３）工場の生産量とエネルギー原単位をグラフ化する。

例として、図Ｉ―７－３に示すように工場で生産するセータの生産量と電気原単位とをグラフ化する。



図Ｉ―７－３　セータの生産量と電気原単位（例）

（４）エネルギー管理の充実

工場で使用するエネルギー量は定期的に計測し、データ収集、管理できるよう各用役には計測器を取付ける必要がある。

１）電気…各ディーゼル発電装置の発電電力量メータの取付け

　　　　各工程別電力量メータの取付け

２）蒸気…各ボイラーへの燃料使用量メータの取付け

　　　　各ボイラーへの給水流量メータの取付け

３）圧空…各工程別流量メータの取付け

４）照明…各工程別電力量メータの取付け

７．３ 省エネルギーチェックリストによる問題点抽出

エネルギー消費の収集データ、生産量、エネルギー使用量と原単位のグラフが揃え

ば、以下のチェックリストにしたがって順次チェックし、省エネルギー上の問題点を抽出する。

1）電力管理

ａ．契約電力の決め方や電気料金の仕組みを理解すること

ｂ．使用電力量のみならず、契約電力･最大需要電力を低減すること

ｃ．電気使用量グラフからみて、月毎あるいは前年と比較してムダはないか

ｄ．電力原単位は改善の方向にあるか

2）主な設備の省エネルギーのチェックポイント

ａ．受変配電設備

・ 夜間や休日に停止できる変圧器はないか
・ 力率は改善されているか

ｂ．コンプレッサー設備

・ 配管等で漏れてないか
・ 換気はどうか、圧縮機吸い込み温度が高くないか
・ 圧縮機の吐き出し圧力を下げられないか
・ 圧縮機の容量調整方式は
・ 不使用時に圧縮機を停止しているか
・ 使用量変動に対して、どんな運転をしているか
・ 台数制御導入を検討したか

ｃ．送風機・ポンプ

・ 不必要な時に停止しているか
・ 流量・圧力に余裕があり過ぎないか
・ 流量を調整しているか、何で調整しているか
・ 回転数変更やインペラーカットを検討したか
・ 回転数制御を検討したか

ｄ．ボイラー設備

・ 燃焼用空燃比は適正であるか
・ ボイラー炉壁の保温はされているか
・ 蒸気配管の保温はされているか
・ 工程での使用後のドレンは有効に回収されているか

ｅ．照明

- 不要時や不要場所の消灯をしているか
- 昼光を利用して消灯しているか
- 局部照明を併用しているか
- 照度は適正か、測定しているか
- 高効率照明器具の採用を検討したか

ｆ．空調設備

- 機器発熱負荷や外気負荷を減らせないか
- 建屋の断熱や日射の遮蔽を向上できないか
- 室温の設定値は適正か
- 空調機の運転時間を短縮できないか
- 不要な空間まで空調していないか
- フィルターを定期的に清掃しているか
- 更新や新増設の場合、氷蓄熱式採用を検討したか

７．４　省エネルギー手法

７.３　省エネルギーチェックリストによる問題点抽出ができたならば、その問題点の解決のための展開が必要となる。

以下は問題点解決のための省エネルギー手法である。

これにしたがって省エネルギーの検討を進める。省エネルギー検討結果は、省エネルギー効果と設備投資とを勘案して、省エネルギーアクションに進める必要がある。

手法事例

手法１．デマンドコントローラによる最大電力の低減化について

手法２．力率改善方法について

手法３．コンプレッサーの省エネルギー手法について

手法４．コンプレッサー台数制御による省エネ、コストダウンについて

手法５．送風機、ポンプの回転数制御について

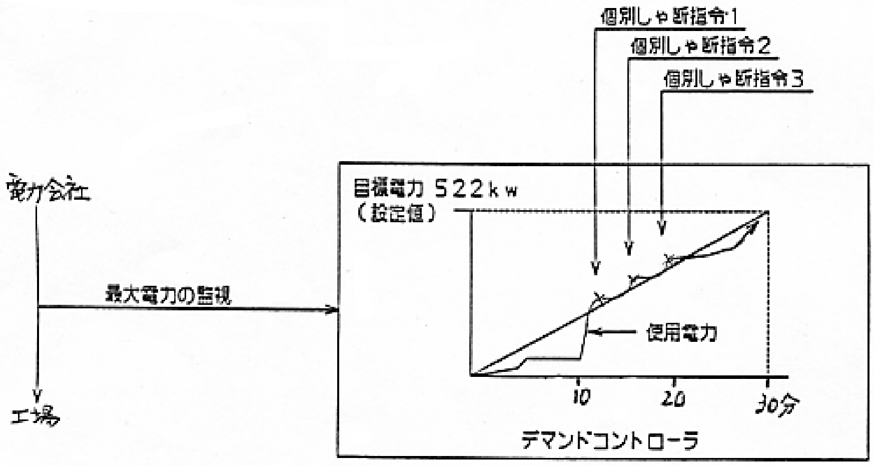
手法６．コージュネシステムによるエネルギー供給の効率化について

手法７．高効率照明器具の適用について

手法１．デマンドコントローラによる最大電力の低減化（事例）について

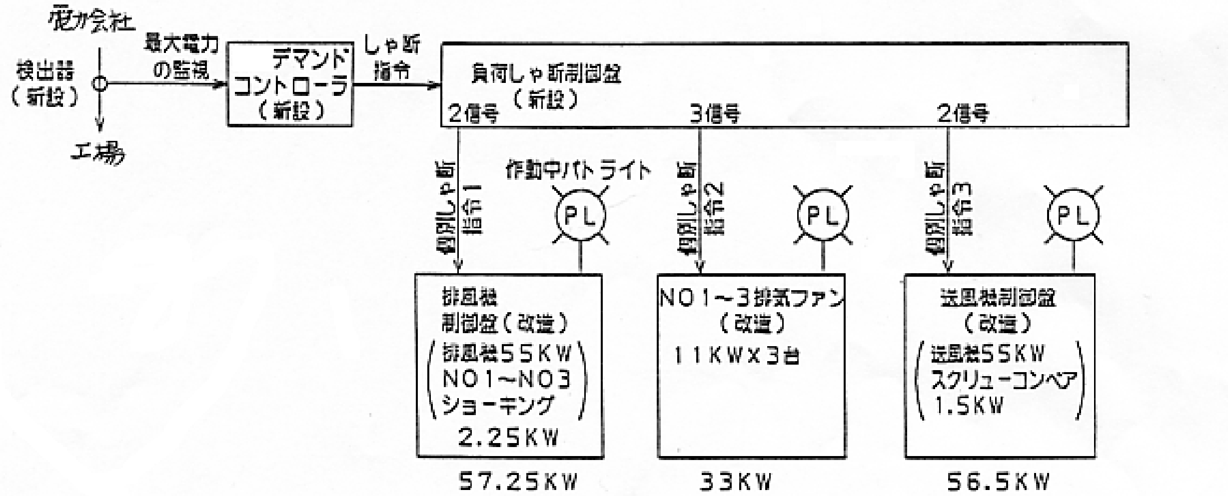
１．デマンド制御装置の運用方法について

デマンド契約は最大電力による契約方式で１度でも大きな値を出すと、その値が向かう１年間の契約電力となってしまう。
最大電力を抑制して、契約電力を６１２→５２２ｋｗに低減させる方法について以下のとうり述べる。
実際の使用電力が目標電力 ５２２ｋｗを越えそうであると予測されるとき個別しゃ断指令１～３を順次出して、工場内の非重要負荷をしゃ断して目標電力におさめる運用をさせる。
３０分経過すると再投入（順次タイマーで投入）を自動的にやらせてデマンド制御・運用を無人・自動化で達成させる。



２．デマンドコントローラ　システム系統図

電力会社から工場に電気を受電しているが、本システムは下記のように受電点の最大電力を監視し、ピーク電力を抑制すべく負荷しゃ断制御盤からのしゃ断信号でもって工場内の非重要負荷をしゃ断させるシステムである。最大電力（ピーク）をおさえることによって契約電力を低くおさえることができて大幅な電気料金の低減化が達成できる。



3．デマンドコントローラによる投資効果について

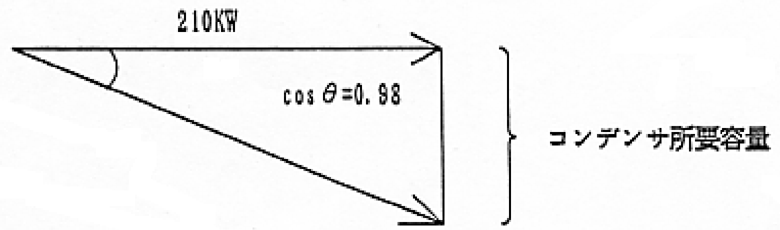
現在の契約電力６１２ｋｗを、下記テーブルの個別しゃ断１，２まで実行し、５２２ｋｗに抑制させるという前提での導入メリット額は、年間で１４５万円となる。
現状のままでは、いつピークを出してもおかしくない状況下（メクラ状態）にあり、この際デマンドコントローラの導入を推奨します。
デマンドコントローラを一担導入しておけば、最大電力の管理が容易となり、省エネルギー対策がとりやすくなる。

	しゃ断対象	節減	投資効果／年間	投資効果合計
個別しゃ断指令　1	排風機	57.25KW	57.25KWx1575円/KWx0.85x12 =919,721円	919,721円
個別しゃ断指令　2	排気ファン	33KW	33KWx1575円/KWx0.85x12 =530,145円	1,449,866円
個別しゃ断指令　3	送風機	56.5KW	56.5KWx1575円/KWx0.85x12 =907,672円	2,357,538円

上記のように個別しゃ断３まで実施すれば年間約２３０万円の効果が発現することになる。

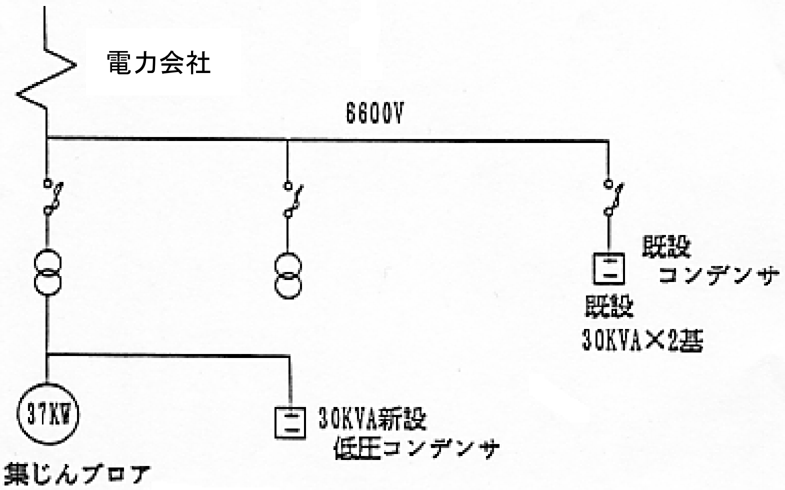
手法２．力率改善方法(事例)について

1. 現在の最大電力 210KW 力率98%として力率100%に改善するためのコンデンサの所要容量を求めると下記の通りである。

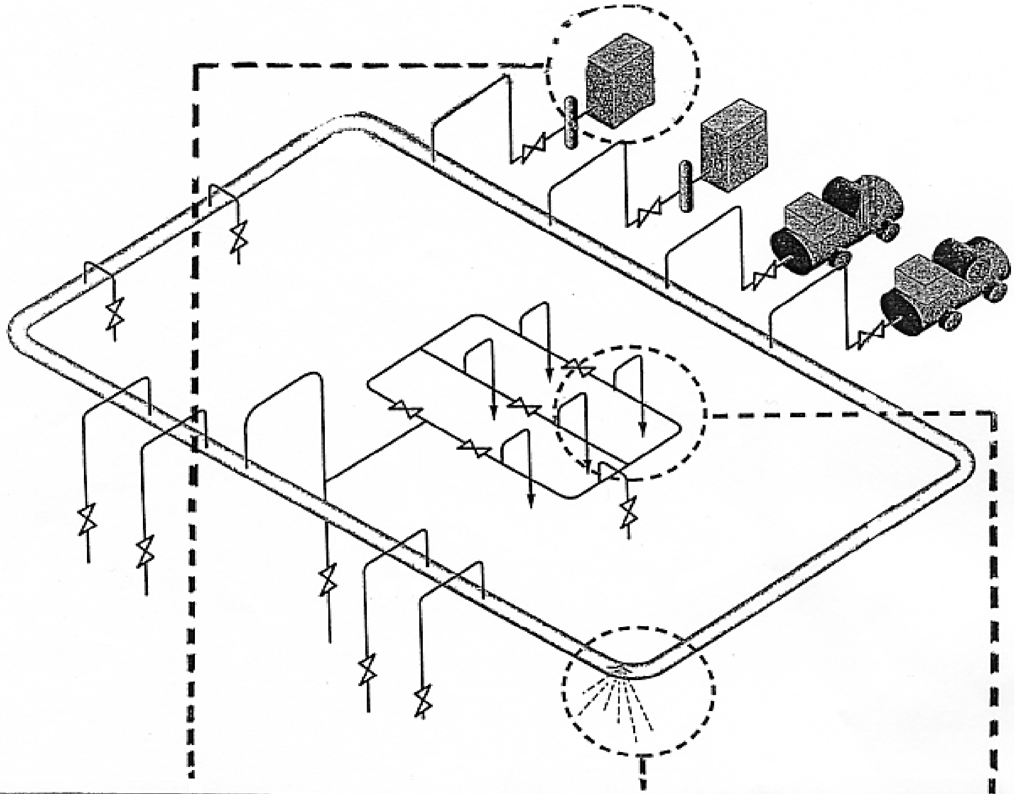


コンデンサ所要容量＝210×tan θ＝210×0.2 ≃ 42KVA

2. 力率改善コンデンサの設置方法



手法３．コンプレッサーの省エネルギー手法について



(1) 新型機（高効率コンプレッサ）への更新

〈予想効果〉 7～15%（1台当り）の省エネ。

(2) 台数制御システムの採用

〈予想効果〉 必要最小運転台数の実現。

(3) 設置（吸気）条件の改善

●吸い込み空気温度の低減

●吸い込み抵抗の削減

〈予想効果〉 最適省エネ運転の実現。

改善方策	a. 吸気口、排気口の見直し b. 換気ファン容量の最適化

(4) 吐出空気圧、使用端圧の低減

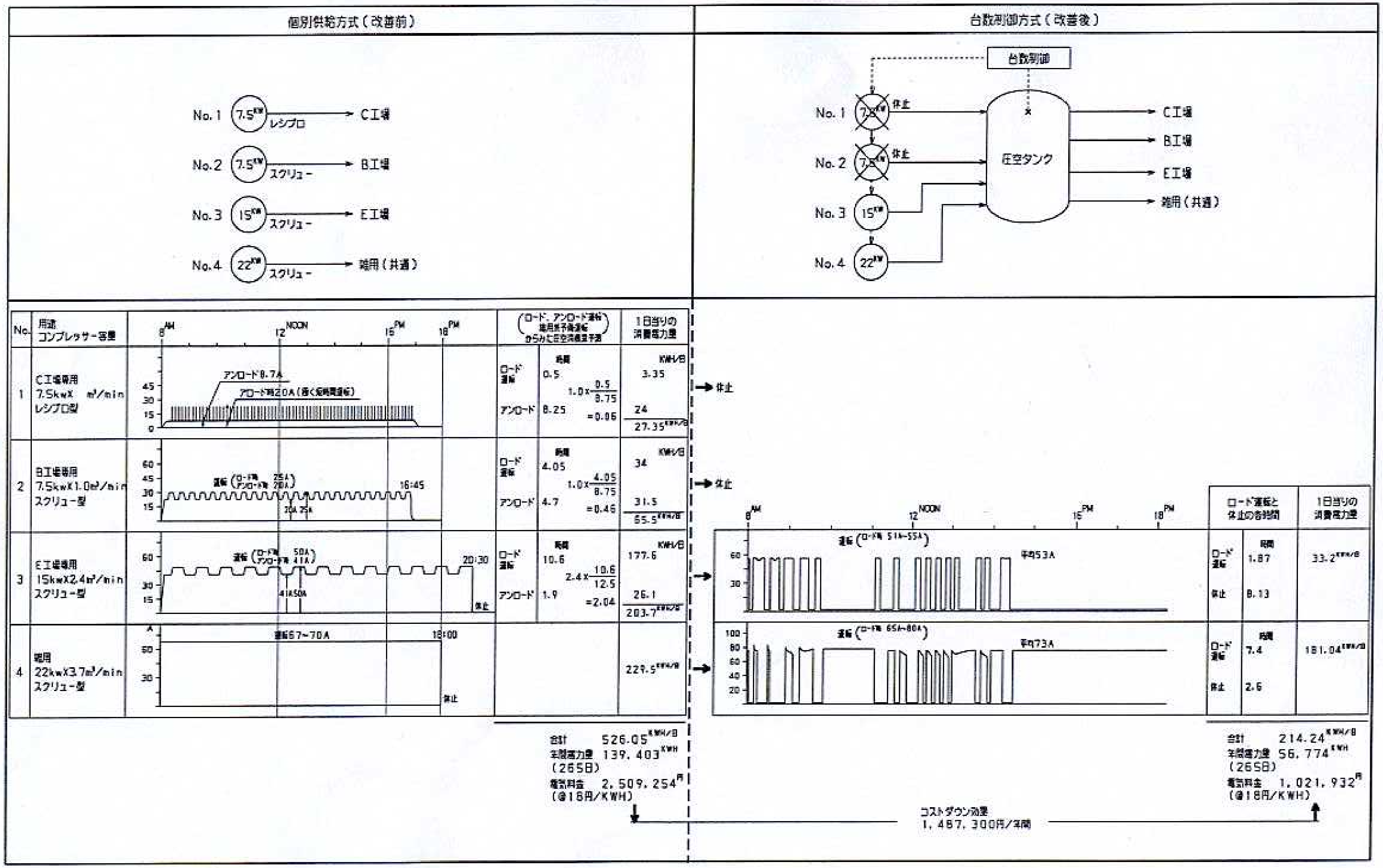
〈予想効果〉 吐出ゲージ圧力0.69MPa (7kgf/cm²)から0.59MPa (6kgf/cm²)に圧力を下げた場合約9%の省エネ。

圧力損失低減の方策	a. 補器（フィルター類等）の定期的メンテナンス b. 配管のループ化、配管径の見直し。

(5) 配管エア洩れの補修

〈予想効果〉 1 φ相当の穴×10個所の改善で 5.5kWコンプレッサ相当の省エネ。

手法４．コンプレッサー台数制御による省エネ・コストダウンについて



手法５．送風機・ポンプの回転数制御について

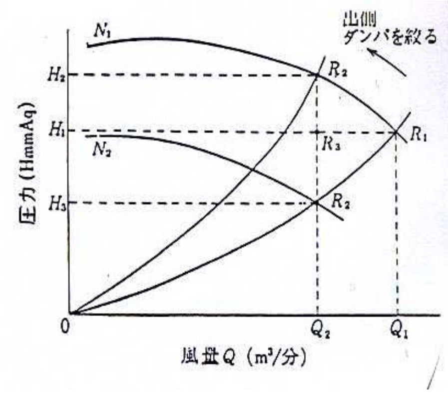
送風機の所要動力 PkW は吸い込み風量 Qm^3/min、圧力 HmmAq、効率 η とすると

$P=QH/6120\eta$ となる。

回転数と動力との関係は回転数 N^{rpm}、定数 k とすると、

$Q=k_1N$、$H=k_2N^2$

$P=k_3N^3$ となる。



右図で回転数 N_1、風量 Q_1 で運転中のブロアーの風量を Q_2 に減少させるため、出側のダンパーを絞ると配管の抵抗曲線は OR_1 から OR_2 になるので、動力は矩形 $OH_1R_1Q_1$ から矩形の $OH_2R_2Q_2$ になる。ダンパーを絞って風量を減少させても動力はあまり減少しない。

これに対して、回転数制御をして N_1 から N_2 に減少すると、動力は $OH_1R_1Q_1$ の矩形の面積から $OH_3R_2Q_2$ の面積に減少する。

これからわかるように、出口ダンパー制御より回転数制御のほうが、省エネルギー有利であることがわかる。

一般に回転数制御には、インバータ装置(VVVF)を採用するのが一般的である。

手法６．コージェネシステムによるエネルギー供給の効率化について

1. 高効率発電、高効率排熱回収

高効率の軸動力が得られるディーゼルエンジンの採用。
系統連系運転による安定かつ高効率な排熱利用。

2. 燃料供給が容易

燃料供給(A重油)が容易なディーゼルエンジンの採用。

3. 低公害ディーゼルパック

防音キュービクル採用による低騒音［75dB(A)］。
脱硝装置(オプション)設置による排気ガス低NOx化。

4. コンパクト軽量

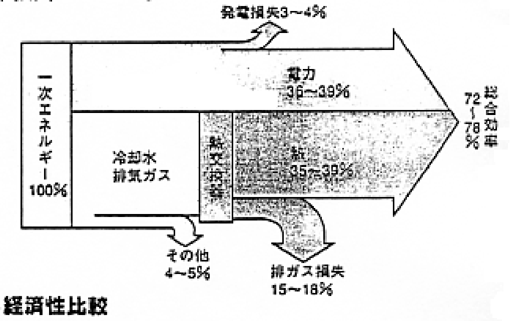
ディーゼルエンジン(1500/1800rpm)の採用。

5. 高い経済性

安価な電力単価と高効率な排熱利用によるエネルギーコストの低減。
電力･熱需要にみあったシステム導入による設備費の軽減。
万一の災害に備えた電力の確保。

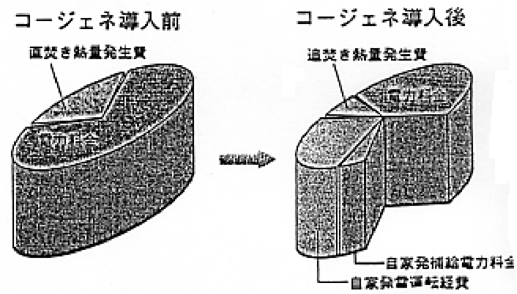
6. エネルギー効率

一次エネルギー(100%)をわずか22～28%の損失にくいとめる高効率システム。

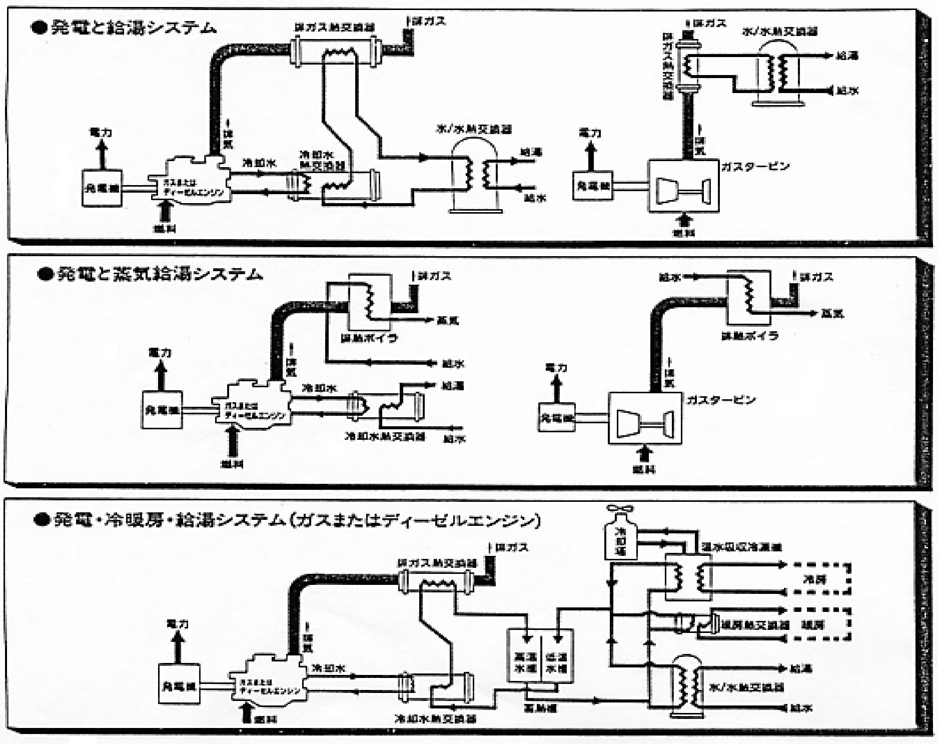


7. 経済性比較

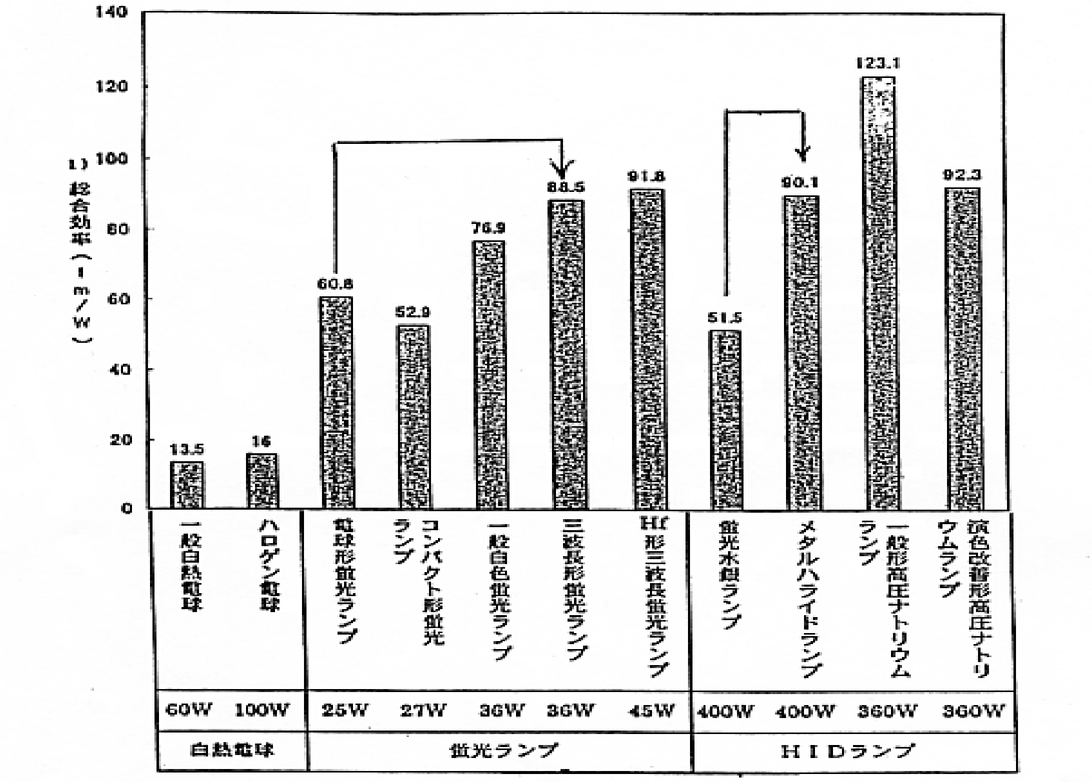
経済的メリットにより、コージェネ導入設備費が３～５年で回収できます。(単純投資回収期間)



熱回収システムフロー(代表例)



手法７．高効率照明器具の適用について



光源の種類		ランプ電力[W]	入力電力[W]	全光束(1) [lm]	総合効率(2) [lm/W]	色温度 [K]	平均演色評価数(Ra)	定格寿命 [h]
白熱電球	白熱電球							
	一般照明用	60	60	810	13.5	2850	100	1000
	ボール電球	57	57	705	12.4	2850	100	2000
	クリプトン電球	60	60	840	14.0	2850	100	2000
	ハロゲン電球							
	片口金形	100	100	1600	16.0	2900	100	1500
	赤外反射膜付き	85	85	1680	19.8	2900	100	2000
	小形（低電圧形）	50	50	1000	20.0	3000	100	2000
	両口金形	500	500	10500	21.0	3000	100	2000
蛍光ランプ	電球形蛍光ランプ							
	電子点灯－電球色	25	25	1520	60.8	2800	84	6000
	電子点灯－昼白色	25	25	1460	58.4	5000	88	6000
	４本管形－昼白色	23	23	1550	67.4	5000	84	8000
	一般蛍光ランプ							
	白　色	40	43	3000	69.8	4200	61	12000
	仝　上（節電形）	36	39	3000	76.9	4200	61	12000
	三波長形－昼白色	40	43	3450	80.2	5000	88	12000
	仝　上（節電形）	36	39	3450	88.5	5000	88	12000
	高周波専用（HO 形							
	32W点灯－昼白色	32	35	3200	91.4	5000	88	12000
	45W点灯－昼白色	45	49	4500	91.8	5000	88	12000
	コンパクト形							
	27W形－昼白色	27	34	1800	52.9	5000	88	7500
	36W形－昼白色	36	40	2900	72.5	5000	88	9000
HIDランプ	蛍光水銀ランプ	400	427	22000	51.5	3900	40	12000
	メタルハライドランプ	400	444	40000	90.1	3800	70	9000
	仝　上（両口金形）	250	263	20000	76.0	4300	85	6000
	高圧ナトリウムランプ	360	386	47500	123.1	2050	25	12000
	仝　上（演色改善形）	360	390	36000	92.3	2100	60	12000

別添資料リスト

別添Ｉ－１	COUNTRY REPORT ON ECONOMIC AND ENERGY SITUATION CAMBODIA
別添Ｉ－２	縫製産業省エネルギープレゼンテーションスライド リスト
別添Ｉ－３	縫製産業省エネルギープレゼンテーションスライド [The Energy Conservation Technology Realized in Japanese Garment Industry]
別添Ｉ－４	ACE への診断調査工場選定依頼書
別添Ｉ－５	M&V International Manufacturing Ltd. への質問書および回答
別添Ｉ－６	June Textiles Co., Ltd. への質問書および回答

KINGDOM OF CAMBODIA
NATION RELIGION KING
****

COUNTRY REPORT

ON

ECONOMIC AND ENERGY SITUATION IN CAMBODIA

Ministry of Industry Mines and Energy (MIME)
Department of Energy Technique (DET)
#47 Norodom Blvd., Phnom Penh, Cambodia.
Fax : (855) 23 428 263
E-mail : samy@forum.org.kh

ECONOMIC SITUATION
COUNTRY OVERVIEW

Cambodia located in South East Asia borders by Thailand and Laos to the north Vietnam to the east, gulf of Thailand and Vietnam to the South and the west part border by Thailand gulf of Thailand. Cambodia has a total area of 181,035 Km^2 divided into 24 provinces and one municipality according to the final census results of 1998 shows the total population of 11,437,656 and 85% of the people live in rural areas and mostly based on agriculture. The GDP per capita is varies between $240-$290 with an average growth rate of 1-4% (1997 - 1999). Literacy and education shows adult literacy as 68.8%, literacy rate are highest in Phnom Penh with rate of 90.9%, 74.8% and 82.2% for both sexes (see table 1) when compared with these rates, the rural sector rates were substantially lower and the male, female and both sexes literacy rates were 77.9%, 54.7% and 65.2%respectovely, as expected, male rate were higher than female rate in all sectors. Adult literacy rates appear to have increase by approximately 2.5% during the past few years.

Table 1 : Adult literacy rates by sex and Status, Cambodia

Type/ Sex	Cambodia	Phnom Penh	Other Urban	Rural
Both sexes	67.8	82.2	72.9	65.2
Male	80.0	90.9	84.0	77.9
Female	57.7	74.8	63.7	54.7

In common with other countries on the region, Cambodia possesses unique cultural and natural assets that have considerable international appeal. The most well known place in Cambodia is the temple city Angkor situated about 300Km North of Phnom Penh in the province Siem Reap, just a few Km from Siem Reap town. 95% of the population practice Buddhism as their religion the remaining Moslem and Christian.

1 Geographic condition including land use pattern and ownership

The tropical climate varies between 20°C-35°C throughout the year fully one-forth of the total land and of the country is appropriate for cultivation by geography condition the country divided into 4 regions: Plain region, Tonle Sap region, Coastal region and Plateau mountain region

2 Demographic condition including rural urban migrate

The final population of Cambodia as on March, 1998 according to the 1998 census is 11,437,656, the population of Cambodia by sex and urban rural residence is given in Table 2.

Table 2. Population of Cambodia by sex and urban rural residence

Total/Urban/Rural	Both Sexes	Males	Females
Total	11,437,656	5,511,408	5,926,248
Urban	1,795,575	878,186	917,389
Rural	9,642,081	4,633,222	5,008,859

Refer to the 1998 census 4/5 of the population live in the Central plains, which are dominated by the Mekong River and Tonle Sap Lake. Cambodia's population density was 63 inhabitants/Km^2 in 1998 in comparison to that was the density of population 37 inhabitant/Km^2 in 1981 and 54 inhabitant/Km^2 in 1993. In 1998 the Plain Region showed the highest density of population (235 inhabitants/Km^2) the Province Kandal with 300 persons/Km^2; with the Capital Phnom Penh 3,744.5 persons/Km^2, followed by Takeo with

222, Prey Veng with 194, Svay Rieng 161 and Kampong Cham with 164 inhabitants/Km^2. The lowest density of population was found in the Plateau and Mountain Region (17.5 Persons/Km^2) Mondulkiri with 2.2 Persons/Km^2, Stung Treng 7.3 Persons/Km^2, Ratanakiri and Preah Vihear each with 8.7 Persons/Km^2 Kampong Speu with 85 inhabitants/Km^2. The Coastal Region shows identity of 49 inhabitants/Km^2 and the Tonle Sap Region shows 51.8 Persons/Km^2.

Compared to other countries in this region the density of population of Vietnam's Red River Dilta is more than one thousand in habitant per Km^2.

3 Administration

Cambodia is a constitutional Monarchy King Norodom Sihanouk is the head of state. Prime Minister head a government The National Assembly has 122 members. The Administration of Government is through 24 provinces and a capital Phnom Penh is the Political cultural and economic center.

4 Economic and Social Situation

The Cambodia economy was devastated during the war in 1970's and 1980's. Since that time some progress has been made in rebuilding the economy most of the labor force are engaged in agriculture while rubber, fisheries, gem mining and food processing are the main industries. Last two year some same cement jute and cotton factories has been re-established and the clothing manufacture and tourist industries have expanded. Private investors from France, Malaysia, Singapore, Thailand. South Korea have established themselves in recent Nears. Cambodian main import are petroleum, automobiles, motorcycles, machinery equipment and construction materials. The gross domestic product (GDP) and the GDP percent from 1994 to 1999 shown in the Table below.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gross domestic product GDP (in MUS$)	2,385	2,923	3, I I3	3,033	2,868	3,182
GDP per capita (USS)	241	284	291	27-1	251	271
GDP (%in crease)	4%	7.60% °	7.0%	1.0%	I.0%	4.0%

Transportation and communications there are six national highways which emanate from Phnom Penh of those, except for the highway to Sihanouk Ville and to Kompong Cham, all other highways are in poor repair some of the small roads are impassable. While there is some public transport in the capital and some provincial cities, many Cambodians use bicycles and motorcycles for travel. Walking and buffalo drawn casts are commonplace. Railway services are available from Phnom Penh to Battambang, the Thailand border and to Sihanouk Ville.

There are several private companies participate in the Telecommunication System such as : Mobitel, SAMART Shinawatra etc. Development in this sector became better compared to the past two years.

Health and welfare Adequate medical care is not available to the large past of the population. The Government is implementing a basic health care system and International relief organisation are working with hospitals to improve the system. The sanitation is poor. Potable water is not read available, the life expectancy in 1995 was 53yrs for females and 50yrs for males.

Situation in the Past and at Present

1. Cambodia's power sector was severely damaged by years of war and neglect. In spite of the Government's efforts, its institutions remain weak and power supply is unreliable, costly, and mostly limited to urban areas. Consequently, only 12 percent of the households have access to electricity: the lowest electrification ratio among East Asian countries. In most cities, deficiencies in the power supply remain due to weak management and poor conditions of generation and distribution facilities. Further, the lack of a transmission system prevents a more efficient use of power supply options resulting in one of the highest electricity costs in the world.

2. After a two-year economic slowdown caused by a long political stalemate and East Asia's financial crisis, political stability is emerging and Cambodia appears to be ready to resume a sustained economic growth. GDP growth for 1999 is expected to reach 4% (as opposed to 1% in 1998) and gradually increase to 6% in 2001while Cambodia initiates a new era as a member of the ASEAN. Important part of this growth will be associated to industrial expansion stemming from regional trade opportunities and located mostly in the Phnom Penh – Sihanouk ville area. Therefore, the next 4 to 5 years will be characterized by an increasing demand for infrastructure in this area. However, while macro economic stability and growth are expected to be achieved progress has yet to be made in addressing fundamental fiscal problems, including a weak domestic revenue mobilization and inefficient public expenditure management. The efficient development of the power sector, open to private participation, will be critical to support Cambodia's goal for sustainable economic growth and social development due to the following reasons (a) the reliable provision of electricity services at lower costs is an essential condition for the growth of a competitive industry, and (b) power investments for the period 1999-2003 are expected to reach I1% of domestic investment and 2-2.5% of GDP, hence, a power sector successful in attracting direct private investment will minimize the use of public resources thus reducing the pressure on fiscal management problems and releasing public fluids for social objectives.

3. Cambodia's power sector is today at a crossroads. After a period of emergency rehabilitation and reconstruction, *the sector is ready to face development objectives aimed at: (a) improving sector efficiency and reducing electricity costs; (b) consolidating the ongoing reform; and (c) addressing the sector's social concerns, particularly the extension of electricity services to rural areas.* It is therefore necessary to formulate and implement a power sector strategy addressing the most salient problems of the sector:

- lack of a legal and regulatory framework, including the lack of transparency and competition in the current process for private sector entry;
- an entrenched public-oriented approach towards the management of public utilities;
- poor technical, commercial and financial performance of the sector;
- weak investment planning;
- lack of resources and strategy to provide electricity services to rural areas; and
- a weak human resource base.

1.3.1 Energy resources

The energy situation in Cambodia is characterized by its very low conventional by its very low conventional energy consumption as compared to other Asian countries. The major sources of energy for Cambodia are biomass and imported petroleum products. Biomass energy sources account for an overwhelming share; total woodfuel consumption during 1994 was estimated to be 1617 ktoe (FAO, 1997).

Cambodia’s sources of energy consist primarily of indigenous supplies of wood, which together with other forms of biomass represented 83% of the total energy supply in 1995, while the remaining 17% consisted of imported petroleum products

Diesel oil and gasoline account for the bulk of petroleum product imports.

Table Estimated Energy Supplies, 1995

Energy Source	Tones	Terajoules	1000TOE	% of Total
Wood	5,621,035	81,505	1,941	80.5 %
Other Biomass & Dung	113,300	1,645	39	1.6 %
Petroleum Products	419,475	1,8107	431	17.9 %
Fuel Oil	50,553	2,056	49	2.0 %
Diesel Oil	183,431	7,835	187	7.7 %
Kerosene	25,015	1,112	26	1.1 %
Kerosene Jet Fuel	10,748	468	11	0.5 %
Motor Gasoline	145,983	6,467	154	6.4 %
LP Gas	3,745	170	4	0.2 %
Total		**101,257**	**2,411**	**100 %**

Tones of Oil Equivalent Source: MIME, Energy Department

Electricity in Cambodia is generated in 22 isolated systems, mostly from diesel generators. Total installed capacity of electricity generation in Cambodia is estimated to be 122MW, of which 85MW are in Phnom Penh. As a result of the small size of generation units (300KW to 5MW unit size), dependence on oil-based generation, and large distribution losses, the unit cost of electricity in Cambodia is among the highest in the region.

1.3.2 Demand and Supply Forecasts

Table 2 Energy Demand Scenario *, 1995-2020

Terajoules	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2,005	2,010	1995-05% / Yr
Total	**94,148**	**94,583**	**99,123**	**102,848**	**106,797**	**1,110,861**	**115,104**	**138,463**	**152,244**	**3.9%**
Wood	77,721	77,721	79,980	82,288	84,662	87,103	89,616	103,552	106,344	2.9%
Charcoal	1,097	1,097	1,121	1,143	1,167	1,189	1,213	1,367	1,357	2.2%
Other Bio.	1,754	1,642	1,633	1,625	1,616	1,608	1,600	1,559	1,351	-0.5%
LP Gas	103	170	212	257	310	362	421	729	1,050	15.7%
Kerosene	1,323	1,112	1,420	1,481	1,549	1,607	1,678	2,081	2,430	6.5%
Jet Fuel	725	468	725	761	799	389	881	1,125	1,435	9.2%
Gasoline	6,002	6,089	7,301	8,073	8,939	9,836	10,766	15,288	20,284	9.6%
Diesel	4,580	5,393	5,751	6,149	6,576	7,031	7,521	10,539	14,783	6.9%
Fuel Oil	65	64	73	79	86	93	102	158	249	9.4%
Electricity	777	827	907	991	1,093	1,191	1,308	2,066	2,962	9.6%
Households	81,530	81,395	83,830	86,224	88,685	91,215	93,819	108,240	110,608	2.9%
Wood	77,329	77,329	79,536	81,804	84,134	86,527	88,985	102,546	104,730	2.9%
Charcoal	935	935	957	979	1,002	1,026	1,050	1,179	1,135	2.3%
Kerosene	1,046	879	1,117	1,155	1,190	1,226	1,263	1,468	1,512	5.3%
LP Gas	35	57	88	120	153	187	222	416	546	22.1%
Diesel	80	176	84	86	88	91	93	106	107	-4.9%
Electricity	352	378	415	45	501	551	607	967	1,229	9.8%
Other	1,754	1,642	1,633	1,625	1,616	1,608	1,600	1,559	1,351	-0.5%
Service Sector	918	989	1,057	1,129	1,231	1,310	1,420	2,104	3,189	7.8%
Wood	23	23	18	16	13	11	10	5	3	
Charcoal	149	149	149	147	146	143	142	152	165	0.2%
Kerosene	278	233	303	325	359	381	415	614	918	10.2%
LP Gas	69	113	124	138	158	175	199	313	504	10.7%

Diesel	33	80	36	39	43	46	50	75	114	-0.6%
Electricity	367	391	426	464	512	553	605	945	1,486	9.2%
Industry	405	405	465	512	564	619	681	1,096	1,764	10.5%
Wood	307	370	425	468	515	565	622	1,001	1,611	10.5%
Charcoal	13	13	15	17	18	20	22	36	58	10.5%
Diesel Oil	22	22	25	28	30	33	37	59	95	10.5%
Fuel Oil	63	63	72	78	85	92	101	157	248	9.5%
Electricity	58	57	66	72	80	87	96	154	247	10.4%
Transport	11,174	11,674	13,633	14,832	16,154	17,537	18,988	26,712	36,188	8.6%
Gasoline	6,002	6,089	7,031	8,073	8,939	9,836	10,765	15,288	20,284	9.6%
Diesel	4,445	5,116	5,606	5,997	6,414	6,861	7,341	10,299	14,468	7.2%
Jet Fuel	725	468	725	761	799	839	881	1,125	1,435	9.2%
Fuel Oil	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0.0%

*Demand by final consumers, not including fuel for electricity generation or wood for charcoal

Cambodia's energy supplies forecasting 1990-2010 has not yet been estimated

ELECTRICITY SECTOR

A. Ministry of Industry, Mines and Energy (MIME)

MIME is responsible for policy and planning of the electricity sector and also for management of supplies in 19 provinces of Cambodia.

One of MIME's important activities is its leading rule in Renewable Energy activities throughout the rural area. This includes Solar Energy, Biomass and Biogas, Hydropower. The potential for wind energy in Cambodia has not yet been assessed.

B. Electricity Authority of Cambodia (EAC)

The ElectricityAuthority of Cambodia is being enacted under the proposed Electricity Law and will be responsible for regulating the provision of electricity power services. The responsibilities of EAC are expected to include:

- Licensing of companies for generation, transmission, distribution and retailing of electricity, including consolidated and subcontractor arrangements
- Review and approval of tariffs
- Monitoring of investments and power acquisitions by license,
- Development and monitoring of performance, technical, safety and environmental related standards
- Certification and inspection of metering
- Establishment of accounting standards
- Enforcement of electricity law

C. Electricity du Cambodge (EDC)

EDC is a public sector utility that has the non-exclusive responsibility for generation, transmission, distribution and retail of electricity throughout Cambodia. It presently provides the supplies to the nation's capital Phnom Penh and through grid extension to Kandal province and also the provincial cities of Sihanouk ville, Steam Reap and Kompong Cham. EDC is also expected to assume responsibility, for the fist three to five years, of the network rehabilitation and expansion being funded by the ADB in seven main provincial towns

Phnom Penh has the largest power system in the country. It serves about 80,000 customers with a peak demand of 85MW Key data 2 as 31 December 1999 for EDC include:

- Total installed generation capacity 115 MW
- Maximum generation output 97MW
- Energy Generation 387 GWh
- Energy Sales (excludes own usage) 284 GWh
- System Losses 24.05 %
- 115 kV Network 23 circuit-km
- 22 kV Network 341.04 circuit-km

D. Demand/Supply Forecasts 1999-2016 key issue

Over the past several years, the demand for electricity has been growing along with the economic growth. The demand growth has averaged 30-40MW per year. The production of electricity in Cambodia has not respected to the demand The present role of EDC is to improve the efficiency of generation, transmission and distribution on electric power in Cambodia.

Electricity Demand

The demand and energy forecasting is important for the electric power system planning The forecasting of electricity for Cambodia has been formulated by several institutions, such as EDC (Corporate Planning Department), in 1994, Worley International Corporation in 1994, which was funded by World Bank project, the NEWJEC Inc. (German Company) funded by Asian Development Bank in 1998, and Nippon Koei in 1996 under the project of Japan International Cooperation Agency (JICA)

Table 3 Expected Power Generation output for Cambodia (MW)-Base Case

Year	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016
Banteay Meanchey	4.0	5.9	8.0	10.0	12.0	14.5	17.3	20	24	26
Battambang	3.5	5.7	8.6	12.0	15.0	18.5	22.4	27	31	33
Kampong Cham	4.9	7.8	10.5	13.0	15.2	17.9	20.5	23	26	29
Kampong Chhnang	1.1	1.6	2.2	2.8	3.4	4.0	4.7	5	6	7
Kampong Speu	1.0	2.0	2.9	3.8	4.7	5.9	7.2	9	12	16
Kampong Thom	1.5	2.4	3.4	4.5	5.3	6.4	7.5	9	10	11
Kampot	2.7	4.8	8.1	10.1	13.9	16.3	18.9	25	28	33
Kandal	2.2	3.9	5.5	6.7	7.9	9.2	10.6	12	13	15
Koh Kong	0.7	0.9	1.2	1.4	1.7	2.0	2.3	3	3	4
Kratie	1.9	3.2	4.4	5.7	6.8	8.0	9.4	11	12	14
Mondul Kiri	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	1	1	1
Phnom Penh	60	93	131	170	207	256	304	356	418	484
Preach Vihear	0.3	0.5	0.7	1.0	1.1	1.4	1.6	2	2	2
Prey Veng	1.7	3.0	4.4	5.5	60.6	7.8	9.0	10	11	13
Pursat	1.3	2.3	3.2	4.2	5.0	5.9	6.9	8	9	11
Ratanak Kiri	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.2	2	3	3
Siem Reap	3.0	4.2	5.6	7.1	8.4	10.0	11.5	13	15	17
Sihanouk Ville	2.9	3.4	4.1	4.8	5.5	6.3	7.3	8	10	11
Stung Treng	0.2	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	2	2	2
Svay Reing	1.0	1.6	2.2	2.8	3.2	3.9	4.4	5	6	6
Takeo	1.5	2.4	3.4	4.2	4.9	5.8	6.7	8	8	9
Total	**97**	**150**	**212**	**273**	**331**	**404**	**477**	**558**	**651**	**746**

Source: Government of Cambodia, MIME Nov. 1998

RENEWABLE ENERGY SECTOR

a) Institutional Setting

In 1995, a working group called " Solar Energy Application (SFA) " was formed by Technical Energy Department of Ministry of Industry Mines and Energy SEA takes responsible in renewable energy and plays the role such as follow:

- cooperation and coordination with Ministries, agencies concerning and donor,
- data collection basically for study,
- research, setting up the solar energy system I pilot project), training local people. promoting and disseminating of this field,
- report to MIME the results of the study.

b) Present use Potential and Direction for Development

Since a beginning of the oil crisis 1973, which remarkably influenced power development programs all over the world massive technological and research offers arc borne concentrated in the field of Renewable Energy resources. In solar sector for electricity generation, the conversion process via solar cells is being more and more attractive and u is becoming the most promising.

Refer to technological development of the world time by time. day by day and according to the situation in Cambodia that technological development in all field are very slightly development such as energy sector of this renewable energy which is very slowly developed compared with the neighboring countries. Even through the royal government's offer improving and developing of all sectors same priority sector has been promoted day by day.

The Royal Government also pushed all ministries takes more attention for rural and remote areas development.

Solar Energy

Cambodia has a tropical climate with favorable condition for the utilization of solar energy. This is reflected in the annual mean temperature in the low-lying plain, which is about 26ºC. Measurement during 1981-1988 at Phnom Penh indicate that the average sunshine duration varied between 6.1 and 9.7 hours per day in August and December respectively.

The total PV capacity about 204,586 Wp was installed in Cambodia since 1997. The PV installation use for private rural houses, schools, health center, orphans, pagodas telecommunication, etc..

The most recently under the financing of New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO), we have installed the PV battery, charging system in Phnom Chino and PV water pumping in school at Kompong Chnaing province. We hope that the out put of projects will:

- increase the economic condition of people of those
- areas increase the knowledge of the people
- as a bridge for transfer the civilization and technology (people will get information through the radio and TV)

Hydropower

Cambodia is the one of the South-East Asian country rich in water resources and has the second largest hydropower potential in the lower Mekong Basin According to the latest preliminary study the total hydropower potential of the country is estimated at 10,000MW, which 50% is in the Mekong, 40% in its tributaries and the remaining 10% in the south-western coastal area outside the Mekong river basin

Cambodia's future demand is projected at 175MW in 2000, 380MW in 2010 and 760MW in 2020, due to the improving situation this increase in demand cannot be satisfied by the existing power station, The most urgent action for the utilities lies in the rehabilitation and upgrading of existing power plants, This is considered critical as a continued shortage in the electricity supply will seriously restrain the ongoing reconstruction and socio-economic development of the country.

The need for Cambodia will be to use Cambodia's Hydropower potential in order to meet future electricity demand and to reduce the dependence upon imported fuel and to exchange of hydropower with neighboring countries.

Before the civil war, the Kirirom I Hydropower station was running with an installed capacity of 10MW, and energy was delivered to Phnom Penh through a 110 kV transmission line over a distance of 120Km. This Hydropower Plant was completed in 1968 as the first hydropower station in Cambodia, but it was completely destroyed during the war after only 13 months of operation. However the facilities have been started to restore by Austrian and Swedish Aid projects. The Prek Thnot project with an installed capacity of 18MW was implemented near the Kirirom I Hydropower station, but the construction was interrupted in 1970 due to the war In 1992 one small Hydropower Station at Present in Cambodia, and all of the operating generator; now are diesel and okil-fired engines depending on imported oil

Wind Energy

Up to present the generation of electricity from wind still yet implemented even. We have the potential of this resource especially at the coast and the mountainous regions which tile wind velocity generally is about l0m/s Measurements during 1981-1990 at Phnom Penh indicate that the average wind velocity varied between 4.8 and l4.8 m/s in January and July respectively. There are some installation of wind energy for water pumping implemented by the NGO, (Christian Outreach) for irrigation in some place of Prey Veng Province about 5 unit:

Biomass

As in almost all Asian countries, biomass energy plays a major role in satisfying the rural energy elements of Cambodia. According to an estimate by the FAQ, wood fuel consumption in 1994 was 1,618 ktoe, and accounted for 84% of the total energy consumption in the country. The total potential available wood fuels during the same year was 24.5 million toe. Besides, and estimated amount of 167 ktoe of agro-industrial processing residues were also available as fuel in 1994 (FAO 1997). Due to lacking of modern technology in this field the development of the biomass system still very low. In Cambodia the biomas system are basically from Agriculture wastes and generally used for cooking and small handicrafts in rural areas.

Biomass is also used in the industrial sector for copra drying and steam generation. However, no reliable estimates of the amount of Biomass energy consumption for these purposes are available.

Biogas

The Biogas system in Cambodia mostly base on the domestic animal wastes such as cows, buffaloes, pigs, etc...

The systems were implement by Christian Outreach, Food Agriculture Organization, Padex,;;; in some Provinces : Prey Veng, Kandal, Kompong Speu, Svay Rieng, Ta Keo, Kom Pot, and Siem Riep, There seems to be considerable potential for biogas development in Cambodia. The energy potential of biogas from recoverable animal wastes in the country has been estimated to be about 228 ktoe/year (Bhattacharya et al., 1997).

REFERENCES :

- General Population Census of Cambodia 1998
  National Institute of Statistics, Ministry of Planning, Phnom Penh.
  Funded by : United Nations Population Fund, July 1999
- Report on the Cambodia Social-Economic Survey 1999
  National Institute of Statistics, Ministry of Planning, Phnom Penh
  Sponsored by : United Nations development Programme, Swedish International Development Cooperation Agency and Executed by the World Bank
- Report on Energy Policy and Conservation in Cambodia
  Ministry of Industry Mines and Energy (MIME), Technical Energy Department
  Sponsored by : New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO), Japan

The Energy Conservation Technology Realized in Japanese Garment Industry

Presentation Slide List

No.		Title	Note
1		The Energy Conservation Technology Realized in Japanese Garment Industry	Cover Sheet
2		Electric Power Management	
3		Steps for Power Saving Promotion	
4		Peak Cut by Demand Controller	
		a. Check & improvement of daily load (example)	
5		b. Execute approximate demand management by demand controller	
6		Power Factor Improvement	
7		Guidance for Management (Example)	
8		Energy conservation guidance for illumination facilities (example)	
9		Illumination Standard of Factories & Offices	
10		Energy conservation by introduction of high-efficiency lighting apparatus	
11		Check points of compressors for enegy conservation	
12		Energy conservation cost-down by control system of number of compressors (example)	
13		Guidance for air-conditioning electric power (example)	
14		Guidance for energy conseeeervation of boiler	
15		Diesel Engine Generator Energy Saving, Diesel Engine Energy Efficiency	
16		Heat recovery system flow (example)	
17		More information	
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			

The Energy Conservation Technology Realized in Japanese Garment Industry

December, 2002 at Cambodia

February, 2003 at Philippine

The Energy Conservation Center, Japan
〔ECCJ〕

ECCJ 1

Electric Power Management

(1) Priority Efforts for Energy Conservation
 ① Understand the structure of electricity rates
 ② Grasp the current status of electricity usage

(2) Reduce the contract demand & maximum demand of electricity as well as electricity consumption volume

ECCJ 2

Steps for Power Saving Promotion

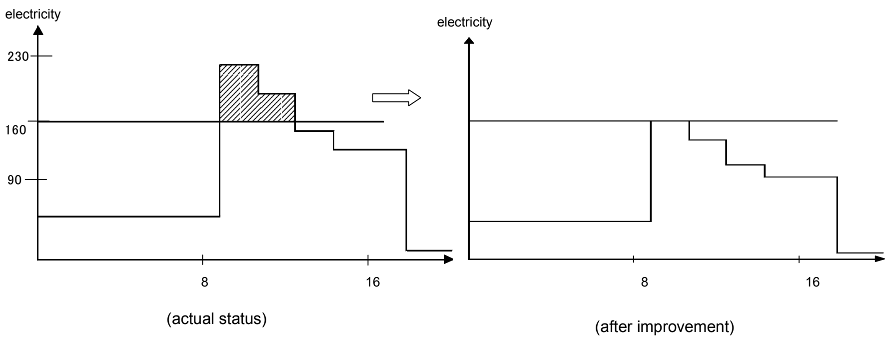
* First step: appropriate usage & management of existing facilities
* Second step: introduction of energy conservation equipment
* Third step: radical modification of production facilities & process, etc.

Start from small-scale investment of the first & second steps, going on to the next step

ECCJ 3

Peak Cut by Demand Controller

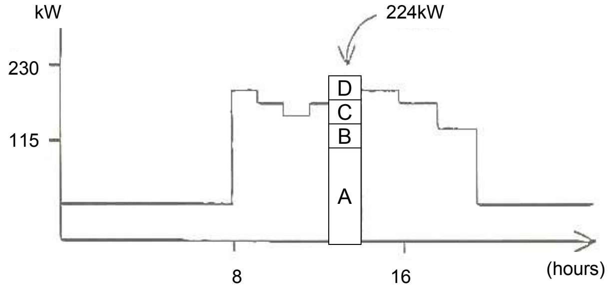
a. Check & improvement of daily load (example)



ECCJ 4

b. Execute appropriate demand management by demand controller

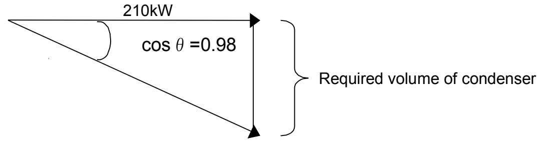
Analyze the daily load curve of the day when the maximum electricity was recorded



Load diagnosis (example)
A …. power capacity of vulcaniztion press & oil pressure: 100KW
B …. power capacity of mixing roll: 50kW
C …. power capacity of air-conditioner: 50kW
D …. power capacity of compressor & lightening: 50kW

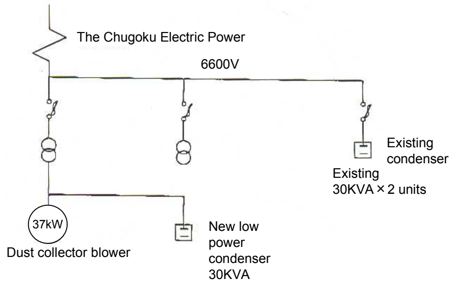
Power Factor Impovement

a. When the required volume of condenser is calculated to improve the power rate from 98% (the actual maximum electric power 210kW) to 100%,, the results would be as below.



Required volume of condenser= 210×tan θ =210×0.2=42KVA

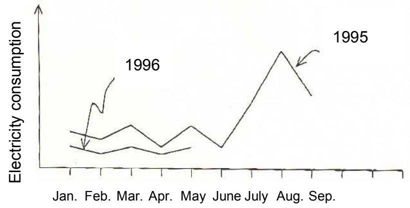
b. location method of condenser for power rate improvement



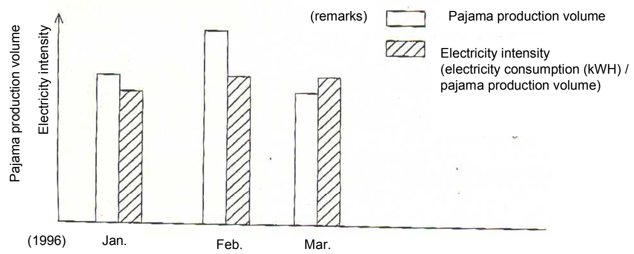
c. comparison of investment & merit
・investment 30KVA condenser … 50,000 yen (Instrument cost only. Setting work cost excluded.)
・merit … cost reduced by approximately 20,000 yen/y

Guidance for Management (example)

Present a graph to the employees so that they would be aware of electricity consumption.



Make a graph of electricity Present a graph to the employees so that they would be aware of electricity consumption of pajama production to promote awareness of energy conservation.



ECCJ

7

Energy conservation guidance for illumination facilities (example)

1. Automatic blink switch (pattern control by time zone) & adjustment of lightening by natural light for window-sides.

2. Turn off the lights of vacant rooms.

3. Take off lamps which are not used, and use natural light for effective energy conservation.

4. Change wide area illumination to local illumination.

5. Usage of too many fluorescent lamps causes elevation of temperature, and would be a load to the air-conditioner.
Improve the situation by changing ceiling illumination to local illumination.

ECCJ

8

Illumination Standard of Factories & Offices

illumination LX	factory: work	factory: location	office: location		
3,000 2,000	production of precision instrument & electronic components, fine optical works at printing factories ・assembling(a), −audit(a), −test(a) ・sorting(a), −planning, −designing	dashbord & control board at control room etc.			
1,500 1,000	sorting, audit at fabric factories, typesetting & calibration at printing factories, fine opticas works at chemical factories such as diagnosis ・assembling(b), −audit(b), −test(b) ・sorting(b)	design room, drawing room	office room (a), business room, design room, drawing room, entrance hall (daytime)		
750	normal optical works of regular production processes ・assembling(c), −audit(c), −test(c) ・sorting(b), −packaging(a), −desk work at warehouses	control room	−	office room (b), executive room, meeting room, printing room, TEL exchange room, computer room, control room, clinic ●power distribution panel, dashboard at electricity room & machinery room ●reception	
500			meeting room, reception office, waiting room, dining hall, kitchen, recreation room, training room, janitor's room, entrance hall(nighttime), elevator hall		
300	rough optical works ・specific duties ・packaging(b), −packing(b)(c)	electricity room air−conditioning room		storeroom, work room, vault, electricity room, auditorium, machinery room, elevator	
200			−		washroom, bathroom, corridor, stair, lavatory, rest room
150 100	rough optical works ・specific duties ・packaging(b), −packing(b)(c)	entrance, corridor, passage, warehouse, stair, rest room, lavatory			
75	works such as loading, unloading & removing	indoor escape stair, warehouse, indoor power equipment	indoor escape stair		
50 30 20 10		outdoor(passage for premise security)			

Remarks: 1. (a) in the chart indicates those which are fine and weak in contrast, which require high accuracy. (b): interim of (a) & (c). (c): rough ones, which are strong in contrast
2. (office room): for optical work or when you feel the interior of the room dark, due to the bright sunshine outdoor, (a) should be applied.

ECCJ

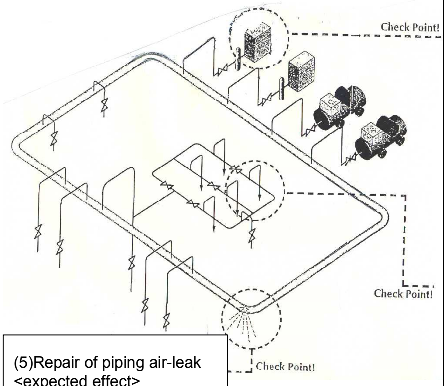
Energy conservation by introduction of high−efficiency lighting apparatus

		lamp power (W)	input power (W)	total luminous flux (1) (lm)	overall efficiency (2) (lm/W)	color temperature (K)	average color rendering index (Ra)	life (h)
incandescent lamps	incandescent lamps							
	for general use	60	60	810	13.5	2850	100	1000
	ball lamp	67	57	705	12.4	2850	100	2000
	krypton lamp	60	60	840	14	2850	100	2000
	halogen lamp							
	single−ended mold	100	100	1600	16	2900	100	1500
	with infrared radiation reflexion film	85	85	1680	19.8	2900	100	2000
	small type (low pressure type)	50	50	1000	20	3000	100	2000
	double−ended mold	500	500	10500	21	3000	100	2000
fluorescent lamp	bulb type fluorescent lamp							
	electric lighting bulb color	25	25	1520	60	2800	84	6000
	electric lighting neutral white color	25	25	1460	58.4	5000	88	6000
	4 pipe tube neutral white color	23	23	1550	67.4	5000	84	8000
	general fluorescent lamp							
	white	40	43	3000	69.8	4200	61	12000
	ditto (electricity−saving type)	36	39	3000	76.9	4200	61	12000
	3−wavelength type − neutral white color	40	43	3450	80.2	5000	88	12000
	ditto (electricity−saving type)	36	39	3450	88.5	5000	88	12000
	HF type							
	32W lighting − neutral white color	32	35	3200	91.4	5000	88	12000
	45W lighting − neutral white color	45	49	4500	91.8	5000	88	12000
	compact type							
	27W lighting − neutral white color	27	34	1800	62.9	5000	88	7500
	36W lighting − neutral white color	36	40	2900	72.5	5000	88	9000
HID lamp	fluorescent mercury lamp	400	427	22000	51.5	3900	40	12000
	metal halide lamp	400	444	40000	90.1	3800	70	9000
	ditto (double−ended mold)	250	269	20000	76	4300	85	6000
	high−pressure sodium lamp	360	386	47500	123.1	2050	25	12000
	ditto (improved rendering type)	360	390	36000	92.3	2100	60	12000

remarks:
1. incandescent lamp is 0 hour index. Others are 100 hours total luminous flux. Index.
2 Total luminous flux. divided by input power. Indicates the brightness per input power.

ECCJ

Check points of compressors for energy conservation



(1)Renewal to new type (high-efficiency compressor)
<expected effect> energy conservation at 7-15%

(2)Introduction of control system of number of machines
<expected effect> realization of minimum operating machines

(3)Improvement of locating (intake air) conditions
●decline of intake air temperature
●reduction of intake air temperature resistance
<expected effect> realization of optimized energy conservation operation

Improvement measures:
a. revision of inlet & exhaust outlet
b. optimization of ventilation fan volume

(4)Reduction of discharge pressure & terminal in use
<expected effect>discharge gauge pressure: 0.69MPa ($7kgf/cm^2$) to 0.59MPa
If pressure is reduced to ($6kgf/cm^2$), energy conservation is at appr. 9%.

Measures for pressure loss reduction:
a. regular maintenance of peripherals(filter, etc.)
b. looping of pipelaying, revision of pipe diameter

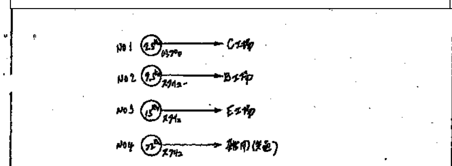
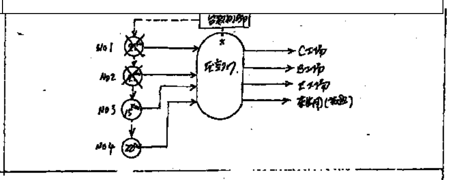
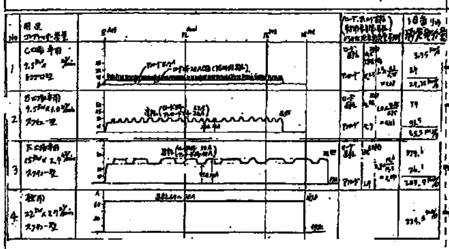
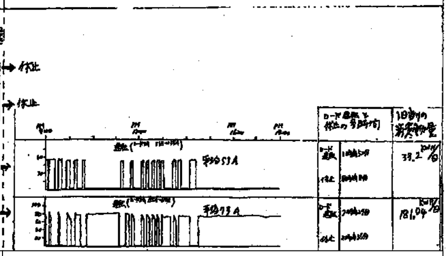
(5)Repair of piping air-leak
<expected effect>
improvement of
1mmϕ hole$\times$10 points
 - energy conservation equivalent to 5.5kW compressor

*Expected effect data differ due to use conditions & environment.
Confirm to the manufacturer about the measures & effect .

ECCJ

Energy conservation cost-down by control system of number of compressors (example)

<calculated by compressor current measurement>

Individual supply method (before improvement)	compressor number control method (after improvement)
	
	
Total 526.05kWH/day annual electricity volume (265days): 139,403kWH electricity rate (@18yen/kWH): 2,509,254 yen	Total 214.24kWH/day annual electricity volume (265days): 56,774kWH electricity rate (@18yen/kWH): 1,021,932 yen

Cost-down effect
1,487,300 yen/year

ECCJ

Guidance for air-conditioning electric power (example)

(e.g.1) Energy conservation of air-conditioning (cooling)
*reinforce the emission fan of the ceiling to exhaust hot air of the ceiling.
*curtains for windows are preferable.

(e.g.2) Energy conservation of air-conditioning (cooling)
*set the temperature at 28℃.
(by setting the temperature 1℃ higher, energy conservation at appr.10% could be expected for air-conditining heat source.)

(e.g.3) Consideration of introduction of eco-ice
peak difference between daytime & nighttime is large, due to air-conditioning load (cooling) in the summer.
Eco-ice is a system to restrain the electricity usage by storing the electricity to heat source, and supply heat source in the daytime

ECCJ

13

Guidance for energy conservation of boiler

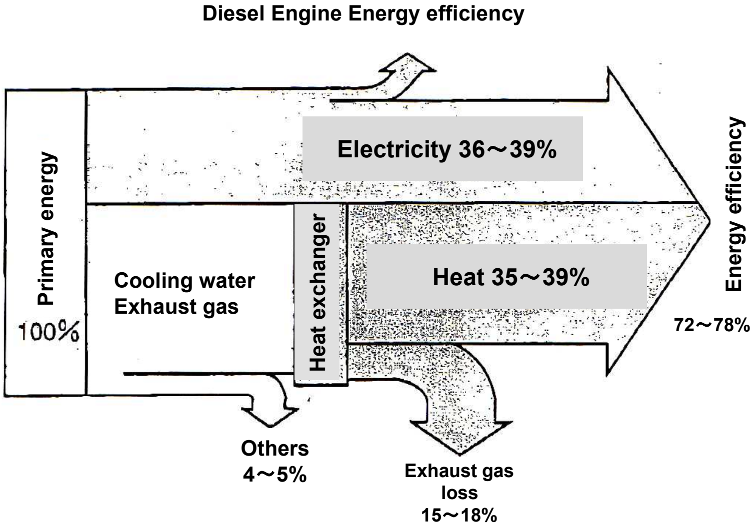
(e.g.1) Prevention of diffuse heat loss from vapor piping
reinforce the thermal insulation of vapor piping of factories to prevent diffuse heat loss

(e.g.2) renovation of degradation & efficiency improvement of decrepit boiler
*merit calculation was done and degradation renovation plan was proposed for the factory
*the vapor header part was not kept warm, causing heat loss. Reinforcement of the thermal insulation of vapor piping would prevent diffuse heat loss

ECCJ

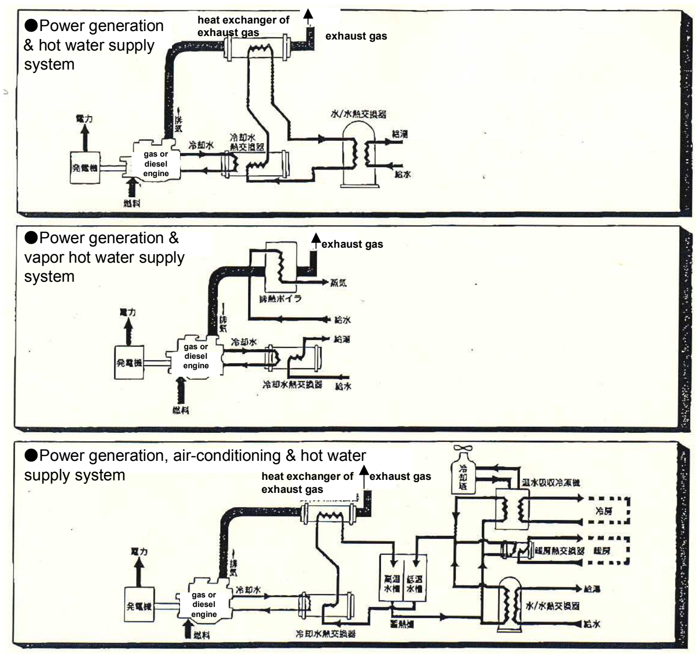
14

Diesel Engine Generator Energy Conservation



ECCJ 15

Heat recovery system flow (example)



ECCJ 16

More Information

- You can find information regarding ECCJ's activities as well as trends of energy efficiency and conservation in Japan through accessing ECCJ's Internet Home Page:

- URL: http://www.eccj.or.jp/index_e.html

ECCJ 17

[A] Information Required for ASEAN Industry Audit (Garment Industry)

[I] Necessary information （Answers to Questionnaire） before audit execution

(We want following information by November 29, 2002)

1. Company general information for factory energy consumption:
2. Production of major products
3. Utility consumption data
   3-1~3 Garment-making process including generator power plant if you have (Daily, Monthly and Annual)
4. Electric power receiving
5. Boiler

[II] Necessary information during the audit execution

6. Necessary drawings and documents including energy intensity
7. Energy conservation plan
8. Energy conservation items in the past (including results)
9. Energy conservation items undergoing (including expected results)

10 Problem items if you have.

[Ⅲ] Item as requirement for garment maker selection

Two factories in the area of Phnom Penh

[Ⅳ] Necessary measuring instruments

Please prepare following measuring instruments for audit execution.

Temperature gauge, (Non-touch radiance type)
Illuminant meter,
Clamp type Ammeter (0~300A or 500A),
Clamp type Wattmeter
Etc.

表Ｉ－３－２　Company Information for Factory Energy Conservation / Questionnaire

[Garment Industry]

Company Name	*M & V International Manufacturing Ltd.*
Replied by	*Mr. WENY Wei,　　　Mr. SU Chin Pha*
Division	*Admin. Dept. officer,　　　Maintenance Manager*
Date	*December 11 2002*

1. General

1	Name of Factory		***V3 Factory*** *of M & V international Manufacturing Ltd.*
2	Address		*No.1623 CHAK ANGRE KRAUM, Phnom Penh, Cambodia Tel: 855-23-425041*
3	President		*(Headquarter In MACAO)*
	Factory Manager		*Mr. WENY Wei*
	Energy Manager		*Mr. SU Chin Pha*
4	Type of Industry		*Garment (Sweater Production)*
5	Capital		*No reply*
6	Annual Sales Amount		*No reply*
7	Number of Employees		*Staffs: 80 - 90,　Workers Approx. 3,000 [MIME Data: 3,958]* *(Work time: 7:00 = 11:00, 12:30 - 16:30 + Over time)*
8	Number of Engineers		*Job of Headquarter (MACAO)*
		Electrical Engineers	
		Mechanical (Heat) Engineers	
9	Organization Chart		*Refer to ANNEX 4* *Total 5 factories (4 in Cambodia, 1 in MACAO, China)*
10	Brief Company History		*V3: Established in 1994, and V3 Factory started operation in 1997*
11	Meteorological		Tropical Climate

2. Production of Major Products

No.	Name of Production	Production Capacity	1999			2000			2001			2002		
			Annual Operating Hour	Production Volume (Pieces)	Sales Amount (Pieces)	Annual Operating Hour	Production Volume (Pieces)	Sales Amount (Pieces)	Annual Operating Hour	Production Volume (Pieces)	Sales Amount (Pieces)	Annual Operating Hour	Production Volume (Pieces)	Sales Amount (Pieces)
1	Garment Factory		*2288*			*2288*			*2288*			*2288*		
	- Sweater -									*5,102,531*	*5102531*			
									Total Production = 5,102,531Pcs/year			*MIME data (at Nov. 2002)*		
									Max. 677,000Pcs/month			*Total Employee = 3,958*		
									Max 30,000Pcs/day			*Product = 33,500~33,600 Pcs/day*		
									*365 * 6/7 - 26 = 286 days/year*					
									*286 * 8 = 2288 hours/year*					

3A-1. Daily Utility Consumption
Garment-making process

No.	Name of Utility	Month / Date																															Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	Electricity (kWh)				*Ave. 430kWh/Month for Lighting at night ・・・・(30kW) from EDC, 30.4days/Month*																												
2	Fuel Oil (kL)	for Boilers			*2,800 ~ 3,000L/day (9h/day)*						*Oil from SOKIMEX (Singapore) & CALTEX (Cambodia)*																						
3	Diesel Oil (kL)	for Generators			*1,800 ~ 2,000L/day (9h/day)*						*Oil from SOKIMEX (Singapore) & CALTEX (Cambodia)*																						
4	~~LPG (t)~~																																
5	~~Compressed Air (m^3)~~																																
6	Steam (t)				*No meters*																												
7	River Water (m^3)				*800m^3/day (Tank capacity, Pump working time = 60m^3/h * 15hours/day), Max. 900 ~ 1,000m3/day, Min. 700m3/day. No meters*																												
8	~~Well Water (t)~~																																
9	~~City Water (t)~~																																
10																																	
11																																	
12																																	
13																																	
14																																	
15	Power plant generation (kWh)			*Average = 3,000 ~ 3,500kWh/day*													*Gene. #2 = 252kW, #3 = 228kW Total = 480kW (At 14:00 of December 12 2002)*																
16					*(9h/day)*												*Capacity:*		*#1= 500KVA/400kW*														
17																			*#2= 720KVA/576kW*														
18																			*#3= 720KVA/576kW*														
19																																	
20																																	

3A-2 Monthly Utility Consumption

Garment-making process

No.	Name of Utility	Lower Heat Value	2002												
			January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Total
1	Electricity (kWh)		*From EDC*										*13,000kWh*		
2	Fuel Oil (kL)												*67 ~ 72kL*		
3	Diesel Oil (kL)												*43 ~ 48kL*		
4	~~LPG (t)~~														
5	~~Compressed Air (m^3)~~														
6	Steam (t)		*No meters*												
7	River Water (m^3)												*800*23.9=19,120m3*		
8	~~Well Water (t)~~														
9	~~City Water (t)~~														
10															
11															
12															
13															
14															
15	Power plant generation (kWh)												*71,700~83,650kWh*		
16															
17															
18			*(365*6/7-26)/12 = 23.9days/Month*												
19															
20															

3A-3 Annual Utility Consumption

Garment-making process

*: US$ or Reils

No.	Name of Utility	Lower Heat Value	1999			2000			2001			2002		
			Consumption (kWh,kL,t,m^3)	Unit Price (*)	Purchase Amount (*)	Consumption (kWh,kL,t,m^3)	Unit Price (*)	Purchase Amount (*)	Consumption (kWh,kL,t,m^3)	Unit Price (*)	Purchase Amount (*)	Consumption (kWh,kL,t,m^3)	Unit Price (*)	Purchase Amount (*)
1	Electricity (kWh)											156,000	R600	
2	Fuel Oil (kL)											804 ~ 864	US$0.25	
3	Diesel Oil (kL)											516 ~ 576	US$0.35	
4	~~LPG (t)~~													
5	~~Compressed Air (m^3)~~													
6	Steam (t)		*No meters*											
7	River Water (m^3)											229,440		
8	~~Well Water (t)~~													
9	~~City Water (t)~~													
10														
11														
12														
13														
14														
15	Power plant generation (kWh)											860,400 ~ 1,003,800		
16														
17			*8 ~ 9hours/day, 23.9days/Month, 12 months/year*											
18														
19													(US$1 = 3,950R)	
20														

4. Electric Power Receiving

No.	Items	Unit	1999	2000	2001	2002	Note
1	Receiving Voltage	kV				0.38	
2	Maximum Demand	MW					
3	Annual Electricity Consumption	MWh				1,020 ~ 1,160	
4	Paid Amount of Electricity	US$ or Reils					
5	Power Factor						
6	Annual Operating Hour	h/y				8,760	
7	Average Electricity	kW				30	
8	Maximum Electricity	kW					
9	Transformer Capacity per Unit	kW					No Transformer
10	Number of Transformers						
11	In-house Generation Capacity	kW				1,552	

5. Boiler

No.	Boiler No.	1	2	3	4		
1	Type	Lateral type	Vertical typ	Vertical typ	Lateral type		Flue Boiler
2	Built Year	1998	1996	1996	2000		N0.1: '97, No.2: '92 made
3	Nominal Capacity (Steam)						
	Steam Pressure (kg/cm^2G)	10	10	10	10		Actual ope.: $7kg/cm^2$
	Steam Temperature (℃)						
	Evaporating Volume (kg/h)	4,200	1,560	780	6,000		
4	Nominal Capacity (Electricity)						
	Generated Electricity (kWh)						
	Generated Voltage (kV)						
	Power Factor						
5	Kind of Fuel	Bunker oil	Bunker oil	Bunker oil	Bunker oil		
	Fuel Consumption						No meters
6	Operating Period **(Hours/Day)**						No Data
	1999						
	2000						
	2001						
	2002						
7	Operating Period **(Hours/Year)**						
	1999						
	2000						
	2001						
	2002						

6. Necessary Drawings and Documents

No.	Items	
1	Plant Layout: *Layout is displayed as the Firebreak Chart.*	
2	Process Flowchart of Major Products	
3	Energy Flowchart	
4	Electric Skeleton Diagram	*No drawings*
5	Structural Drawing of Major Equipment	
	Measuring Points and Name of Instruments for Energy Consumption	
6	Specification and Structural Drawings of Boiler	

7	Energy Intensity : Energy Consumption / Output of Products						
No.	Kind of Product	Kind of Energy	Unit	1999	2000	**2001**	**2002**
a	(Example)	Production	pcs/y	300,000	320,000	320,000	350,000
	Garment	Fuel Oil	kL/y	3,000	3,200	3,100	3,300
		Electricity	MWh/y	3,000	3,200	3,200	3,300
b	*Garment*	*Production*	*Sweater*			*5,102,531*	
		Electricity (EDC)	*MWh/y*				*156*
		Fuel Oil	*kL/y*				*804 ~ 864*
		Diesel Oil	*kL/y*				*516 ~ 576*
						Max. 677,000Pcs/Month	
						Max. 30,000Pcs/day	
c		Production					
d		Production					
e		Production					

7. Energy Conservation Plan

Nothing!

M & V wants to know or learn the methods how to do the energy conservation activities.

8. Energy Conservation Items in the Past (including results)

Lighting: *When a fluorescent tube is blow-out, new one is exchanged from 40W to 36W.*

9. Energy Conservation Items Undergoing (including expected results)

Nothing!

10. In case you have any problem(s) in your course of promotion of energy conservation, please circle the number(s) of applicable item(s) among the following.

①	Uncertainty of energy prospect
②	Less impact of energy cost to the whole cost of the enterprise
3	The increasing energy cost can be covered by rising the price of products
4	Little possibility of energy shortage: *M & V can receive oil soon or anytime.*
5	Little potential for promoting further energy conservation
⑥	Shortage of engineers: *Especially pertaining to the generator (Engine) engineer(s)*
7	Difficulty in obtaining good energy efficient equipment
8	Unreliable results from energy efficient equipment
9	Uncertainty about return of investment in energy conservation facilities
⑩	Difficulty in obtaining good information such as successful case of energy saving activities
⑪	Insufficient system of research and development
12	Shortage of fund for facility improvement and modification
13	Out-of-date facilities
⑭	Low consciousness of employees
⑮	Lack of personnel who can educate the employees
⑯	Shortage of measuring equipment
⑰	No time to analyze energy consumption rate
⑱	Shortage of information on government's measures
⑲	Shortage of government's subsidiary measures
⑳	Others (Please add comments):
	Insufficient of information exchange between government and companies, and education

表Ｉ－３－３ Company Information for Factory Energy Conservation / Questionnaire [Garment Industry]

Company Name	*June Textiles Co., Ltd (Cambodia)*	
Replied by	*Mr. William ONG*	*Mr. YI Sokham*
Division	*General Manager*	*Shipping Manager*
Date	*12-Dec-02*	

1. General

1	Name of Factory		*June Textiles Co., Ltd (Cambodia)*
2	Address		*Russian Blvd., Borei 100 Khnong, Songkat Tek Thla, Khan Russei Keo, Phnom Penh, Cambodia Tel: 023-883-338*
3	President		
	Factory Manager		*Mr. Lee Thai Khit (Managing Director)*
	Energy Manager		*Mr. Chung Yit FANG (Mechanic and Maintenance Dept.)*
4	Type of Industry		*Garment*
5	Capital		*250,000,000Riels (=12MUS$)*
6	Annual Sales Amount		*49MUS$ (2001)*
7	Number of Employees		*4,393 (Staff 170) at 30/11/2002*
8	Number of Engineers		*Experts only ~30 people*
		Electrical Engineers	
		Mechanical (Heat) Engineers	
9	Organization Chart		*Refer to ANNEX 5*
10	Brief Company History		*License: 1992, Production start: 1993 at other factory,* Old Factory: 1994 ~ , New Factory: 1998 ~ Refer to ANNEX 7
11	Meteorological		Tropical Climate

2. Production of Major Products

No.	Name of Production	Production Capacity	1999			2000			2001			2002		
			Annual Operating Hour	Production Volume (*Dozens*)	Sales Amount (*Dozens*)	Annual Operating Hour	Production Volume (*Dozens*)	Sales Amount (*Dozens*)	Annual Operating Hour	Production Volume (*Dozens*)	Sales Amount (*Dozens*)	Annual Operating Hour	Production Volume (*Dozens*)	Sales Amount (*Dozens*)
1	Garment Factory		*4,290*			*4,290*			*4,290*			*4,290*		
	(Casual wear)			*812,000*	*812000*		*942,000*	*942,000*		*1,169,869*	*1,169,869*		*(1,286,850)*	*(1,286,850)*

*365 * 6/7 - 26 = 287 days/year*
*287 * 15 = 4,305 hours/year*
(2 Shifts/day, 7.5 hours each = 15h/d)

MIME data (at Nov. 2002)
Total Employee = 4,041
Product = 3,100~3,800 Dozens/day

3A-1. Daily Utility Consumption
Garment-making process

No.	Name of Utility	Month / Date																															Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	Electricity (kWh)																																
2	~~Fuel Oil (kL)~~																																
3	Diesel Oil (kL)																																
4	~~LPG (t)~~																																
5	Compressed Air (m^3)																																
6	Steam (t)																																
7	~~River Water (m^3)~~																																
8	Well Water (m^3)				*No meters, No data.*																												
9	City Water (m^3)				*Monthly data only*																												
10																																	
11																																	
12																																	
13																																	
14																																	
15	Power plant generation (kWh)																																
16																																	
17																																	
18																																	
19																																	
20																																	

3A-2 Monthly Utility Consumption

Garment-making process

No.	Name of Utility	Lower Heat Value	2001	2002											
			December	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	Total
1	Electricity (kWh)	*(EDC)*	130,970	*137,400*	*141,200*	*130,890*	*163,420*	*155,260*	*248,680*	*255,510*	237,710	175,570	199,870	193,160	2,169,640
2	~~Fuel Oil (kL)~~														
3	Diesel Oil (kL)	*for Boilers*	*18*	*20*	*16*	*8*	*12*	*20*	*20*	*18*	*18*	*22*	*14*	*16*	202
4	~~LPG (t)~~														
5	Compressed Air (m^3)														
6	Steam (t)														
7	~~River Water (m^3)~~														
8	Well Water (m^3)														
9	City Water (m^3)	*for Boilers*												*7,286*	*87,430*
10															
11															
12															
13															
14															
15	Power plant generation (kWh)	(IPP)	*140,940*	*143,520*	*146,670*	*146,700*	*125,970*	*133,770*	*138,870*	*142,350*	*138,270*	*138,690*	*140,210*	*139,680*	1,675,640
16															
e	(For Reference)														
18	Production in 2001 (Dozens)		109,461	107,233	85,760	125,457	115,981	98,354	86,026	93,298	83,173	95,579	75,305	94,242	1,169,869
19															
20															

3A-3 Annual Utility Consumption

Garment-making process

*: US$ or Reils

No.	Name of Utility	Lower Heat Value	1999			2000			2001			2002		
			Consumption (kWh,kL,t,m^3)	Unit Price (*)	Purchase Amount (*)	Consumption (kWh,kL,t,m^3)	Unit Price (*)	Purchase Amount (*)	Consumption (kWh,kL,t,m^3)	Unit Price (*)	Purchase Amount (*)	Consumption (kWh,kL,t,m^3)	Unit Price (*)	Purchase Amount (*)
1	Electricity (kWh)	(EDC)										*2169460kWh*	*480R/kWh*	*$265,165/y*
2	~~Fuel Oil (kL)~~													
3	Diesel Oil (kL)	for Boilers										*202kL*	*0.3426$/L*	*69205/y*
4	~~LPG (t)~~												*(10% Tax included)*	
5	Compressed Air (m^3)													
6	Steam (t)													
7	~~River Water (m^3)~~													
8	Well Water (m^3)													
9	City Water (m^3)	for Boilers										*87,430*	***0.35$/m³***	*30,600*
10														
11														
12													*US$ = 3,950Riels*	
13														
14														
15	Power plant generation (kWh)	(IPP)										*1,675,640*	*480R*	*$205,177/y*
16														
17														
18														
19												*(US$ = 3,950Riels at the end of 2002)*		
20														

4. Electric Power Receiving

No.	Items	Unit	1999	2000	2001	2002	Note
1	Receiving Voltage	kV				22kV	*From EDC 2001 ~*
2	Maximum Demand						
3	Annual Electricity Consumption	kWh				216,940	
4	Paid Amount of Electricity	US$ or Reils				*$470,432*	
5	Power Factor						
6	Annual Operating Hour	h/y				8,760	
7	Average Electricity	MW					
8	Maximum Electricity	MW					
9	Transformer Capacity per Unit	MVA				1.5	
10	Number of Transformers					1	
11	In-house Generation Capacity	kW				680	*From IPP 1993 ~*

5. Boiler

No.	Boiler No.	1	2	3	4		
1	Type						
2	Built Year	*1993*	*1993*	*1993*	*(2003)*		
3	Nominal Capacity (Steam)						
	Steam Pressure (kg/cm^{2}G)						
	Steam Temperature (℃)						
	Evaporating Volume (kg/h)	782	500	300			
4	Nominal Capacity (Electricity)						
	Generated Electricity (kWh)						
	Generated Voltage (kV)						
	Power Factor						
5	Kind of Fuel	Diesel oil	Diesel oil	Diesel oil	Diesel oil		Total data only
	Fuel Consumption						Refer to Page 34
6	Operating Period **(Hours/Day)**						
	1999						
	2000						
	2001						
	2002		No data				
7	Operating Period **(Hours/Year)**						
	1999						
	2000						
	2001						
	2002						

6. Necessary Drawings and Documents

No.	Items	
1	Plant Layout:	*Refer to ANNEX 7*
2	Process Flowchart of Major Products	*Refer to ANNEX 6*
3	Energy Flowchart	*No drawings*
4	Electric Skeleton Diagram	
5	Structural Drawing of Major Equipment	
	Measuring Points and Name of Instruments for Energy Consumption	
6	Specification and Structural Drawings of Boiler	

7	Energy Intensity : Energy Consumption / Output of Products						
No.	Kind of Product	Kind of Energy	Unit	1999	2000	**2001**	**2002**
a	(Example)	Production	pcs/y	300,000	320,000	320,000	350,000
	Garment	Fuel Oil	kL/y	3,000	3,200	3,100	3,300
		Electricity	MWh/y	3,000	3,200	3,200	3,300
b	*Garment*	*Production*	*Dozens*	*812,000*	*942,000*	*1,169,869*	*1,280,000*
		Electricity (EDC)	*kWh/y*				*2,169,460*
		Electricity (IPP)	*kWh/y*				*1,675,640*
		Diesel Oil	*kL/y*				*202*
	Casual wear						
c		Production					
d		Production					
e		Production					

7. Energy Conservation Plan

Nothing!

June Textiles Co., Ltd wants to reduce the energy cost, but there are no targets or policy for reduction of energy cost.

Cost composition:

Raw materials:	*65%*
Energy cost:	*12%*
Labor cost:	*10%*
Maintenance:	*5%*
Ohters:	*8%*

8. Energy Conservation Items in the Past (including results)

Nothing!

9. Energy Conservation Items Undergoing (including expected results)

Nothing!

10. In case you have any problem(s) in your course of promotion of energy conservation, please circle the number(s) of applicable item(s) among the following.

①	Uncertainty of energy prospect
②	Less impact of energy cost to the whole cost of the enterprise
③	The increasing energy cost can be covered by rising the price of products
4	Little possibility of energy shortage
5	Little potential for promoting further energy conservation
6	Shortage of engineers
7	Difficulty in obtaining good energy efficient equipment
8	Unreliable results from energy efficient equipment
9	Uncertainty about return of investment in energy conservation facilities
⑩	Difficulty in obtaining good information such as successful case of energy saving activities
⑪	Insufficient system of research and development
12	Shortage of fund for facility improvement and modification
13	Out-of-date facilities
⑭	Low consciousness of employees
15	Lack of personnel who can educate the employees
⑯	Shortage of measuring equipment
⑰	No time to analyze energy consumption rate
⑱	Shortage of information on government's measures
19	Shortage of government's subsidiary measures
20	Others (Please add comments):

Ⅱ． 鉄鋼産業

ASEAN　主要産業省エネルギー診断調査、診断参加者
（DOE 関係者、、鉄鋼会社関係者、ACE ECCJ メンバー）
Manila、Philippine　　A 社会議室にて（2003 年 2 月 11 日）

Ｉ．鉄鋼産業

１．　プロジェクト要約

本プロジェクトは経済成長著しいアセアン諸国を対象に同諸国の省エネルギー、環境保全および持続可能な経済発展に資することを目的とし、国際エネルギー使用合理化基盤整備事業の一貫として設立された。
本プロジェクトはACE（ASEAN Center for Energy）を中核機関としてアセアン諸国の協力の下、主要産業に関わる省エネルギーを推進して行こうとするものであり、本年度調査対象国および企業のひとつとしてフィリピン国およびその鉄鋼産業が選定された。以降、同国担当者との協議に基づき診断計画が策定され、2002年12月16日～19日および2003年2月10日～14日間のうち４日間鉄鋼産業２社のサイトにおいて、フィリピン国DOE（エネルギー省）の担当者を交え診断が実施された。
以下に同国の政治、経済状況も含め調査結果につき報告する。ただし、会社名および各種データはPSA (Philippine Steel-makers Association フィリピン鉄鋼生産者協会)および各企業の要請で公表しないとの約束により、例えば“Ａ社”等で表している。

１．１　調査対象および体制

（１）対象国および対象企業

対象国：　フィリピン共和国
対象企業：Ａ社（電気炉工場）:　　　　1次時の訪問と2次時の診断調査実施
　　　　　Ｃ社（電気炉・圧延工場）:　1次時の訪問
　　　　　Ｄ社（電気炉工場）:　　　　1次時の訪問
　　　　　Ｂ社（圧延工場）:　　　　　２次時の訪問と診断調査実施

訪問先は４工場であったが、実際に診断調査を実施したのは、電気炉Ａ社（合計1.5日間)、圧延Ｂ社（1.5日間）であった。

（２）体制
１）フィリピン
a. DOE (Department of Energy:エネルギー省)：

Ms. Teresita M. BORRA	Director EUMA
Ms. Lilian C. FERNANDEZ	Division Chief
Mr. Jesus C. AUUNCIACION	Chief Science Research Specialist,

	Energy Efficiency Division
Mr. Artemio P. HABITAN	Supervisor, Science Research, Monitoring & Evaluation Section, Energy Efficiency Division
Mr. Michel ESTRADA	Energy Efficiency Division
Mr. Marlon R. N. DOMINGO	Energy Efficiency Division
Mr. Antonio BASCO	Monitoring
Mr. Simon LEONOR	Energy Audit

b. BOI (Board of Investment：投資委員会)

Mr. Ramon L. ROSALES	Director, Industry Planning Dept. 3
Ms. Amelia P. CABALLERO	Officer of Construction Materials, Metal-works & Machinery Division

c. PSA (Philippine Steel-makers Association：フィリピン鉄鋼生産者協会)

Mr. Antonio P. ARROBIO	Secretary of the Philippine Steel-makers Association (Vice President of Cathay Pacific Steel Co.)

d. Ａ社（電気炉工場）:	６名
e. Ｃ社（電気炉・圧延工場）:	３名
f. Ｄ社（電気炉工場）:	１名
g. Ｂ社（圧延工場）:	４名
h. その他ワークショップ参加会社：	２社計６名

２）ACE：

Mr. Christopher ZAMORA

３）ECCJ：

渋谷　浩志	国際エンジニアリング部	部長
松浦　市郎	国際エンジニアリング部	技術専門職
田中　秀幸	国際エンジニアリング部	技術専門職

１．２　フィリピンの政治･経済情勢等

（1）国勢

国名　フィリピン共和国

面積　294,554 km²

人口　76,499 千人時点 2000 年 5 月 1 日国勢調査値

首都　マニラ（人口 158 万人 ）

言語　ピリピノ語、英語、イロカノ語など多数

宗教　カトリック教　84%、フィリピン独立教会･プロテスタント 11%、イスラム教 5%

（2）基礎的経済指標

フィリピンの基礎経済データを表Ⅱ－1－1 に示す。

表Ⅱ－1－1　フィリピンの基礎経済データ

		1998	1999	2000	2001
GNP（億米ドル）		685	802	790	757
一人当り GNP（米ドル）		912	1045	1007	945
経済成長率（%）		-0.6	3.4	4.0	3.4
物価上昇率（%）		9.8	6.7	4.4	6.0
失業率（%）		10.0	9.8	11.2	11.1
総貿易額(億米ドル)	輸出	295.0	350.4	380.8	321.5
	輸入	296.6	307.4	313.9	295.5

実質 GDP 成長率 3.4%(2001 年)

名目 GDP 総額　3 兆 6428 億 2000 万ペソ(2001 年)

714 億 3806 万 8586 ドル(2001 年) 1 ドル＝50.9927 ペソ、年平均

経常収支（国際収支ベース）　45 億 400 万ドル(2001 年)

貿易収支（国際収支ベース）　25 億 9800 万ドル(2001 年)

外貨準備高　134 億 4260 万ドル(2001 年)

対外債務残高　520 億 6000 万ドル(2001 年)

為替レート（期中平均値）対ドルレート　50.9927(2001 年)

為替レート（期末値）対ドルレート　51.404(2001 年)

対日輸出額 50 億 5500 万ドル(2001 年)　FOB

対日輸入額 60 億 9700 万ドル(2001 年) FOB

（３）政治体制

政体：　立憲共和制

元首：グロリア・マカパガル・アロヨ

Gloria Macapagal Arroyo

就任時期：2001 年１月 20 日副大統領から昇格就任。

議会制度：　二院制

議会概要（定員数、発足年、任期）：

上院定員 24 名(全国区)、下院定数 262 名(政党リスト制および小選挙区制)で、任期は上院が６年(３年ごとに半数ずつ改選)、下院が３年。

主な行政省庁

財務省、国防省、貿易工業省、司法省、観光省、国家開発省、運輸・通信省、予算管理省

（4）政治動向

- 98 年 5 月に大統領選が行われ、貧困層からの多くの支持を受けて、ジョセフ・エストラーダ大統領が誕生した。
- 2000 年 10 月、違法とばく上納金着服疑惑に端を発しエストラーダ大統領への信任が低落。2000 年 10 月 12 日にアロヨ副大統領が兼任の閣僚ポストを辞任したのに続き、11 月 2 日にはロハス貿易工業長官も辞任した。また、上下両院の議長など与党連合(LAMP)を離脱する議員が続出、事態は大統領の弾劾裁判までに発展した。

- 2001 年 1 月 16 日、弾劾裁判での大統領の不正蓄財疑惑に関する重要証拠の不開示が決定され、民衆の抗議行動が高まる中,主要閣僚が相次いで離反、アロヨ新大統領が誕生した。
- 2001 年 5 月 1 日、エストラーダ前大統領の逮捕に抗議する前大統領支持者による大規模デモが警察隊と衝突。同日アロヨ大統領は令状なしでの逮捕が可能となる「反乱状態宣言」を発令した。
- 2001 年 5 月 14 日の中間選挙では、改選の上院 13 議席のうちアロヨ大統領率いる与党連合が 8 議席を獲得、非改選の与党議員と併せて上院議員の過半数を与党側が確保した。
- 2001 年 8 月 7 日、政府と反政府勢力のモロ・イスラム解放戦線(MILF)は停戦合意に達した。アロヨ政権は、前エストラーダ政権から 180 度方向転換し、MILF に対する和平政策を推し進めている。
- 2001 年 11 月 19 日、MNLF 名誉議長でミンダナオ・イスラム自治区(MRMM)知事のミスアリ氏を支持する武装グループがスルー州・ホロ島の国軍施設などを襲撃した。

同氏は11月26日のMRMM知事選挙の延期を要求しており、これを狙った行動とみられ同氏は、同月24日にマレーシアにて不法入国疑惑で逮捕された後、フィリピンへ送還された。

- 2001年11月26日、MRMMの知事選挙が行われ、MNLF副議長でアロヨ政権が公認したフシン氏が新知事に選出された。
- 2002年7月22日、アロヨ大統領は就任後2回目の施政方針演説を行い、前年の公約である貧困撲滅、農業部門の近代化、治安維持、マクロ経済発展の達成の達成状況と、今後の政策目標を発表した。雇用の確保、投資誘致に重点を置き、中でも投資誘致のために労務問題の解決に向け積極的に取り組む姿勢を示した。

（5）経済動向

フィリピン経済は、ラモス元大統領の政権下（92年ー98年)、財政再建や規制緩和等の経済構造改革を推進しつつ、外資導入と輸出主導による高度成長を実現し、実質GDP成長率は、93年0.3%増から96年5.7%増、97年5.2%増と急速な成長を遂げた。

97年7月のタイ・バーツに始まったアジア通貨危機はフィリピンのペソにも波及。これに、インフレ率の上昇と財政収支の悪化に加え、エル・ニーニョ現象の影響により農業生産が低迷したことで、98年の成長率は91年以来のマイナス成長（-0.6%）を記録した。

99年は、天候回復等によるコメやトウモロコシなどの農業生産の復調や製造業部門の好調もあり、GDP成長率が3.4%増、GNP成長率が3.7%増（98年は0.4%増）に好転し、貿易収支も11年ぶりの黒字（43億ドル）を記録した。

2000年も、農業部門の成長は鈍化したが、製造業部門の大幅成長、好調な個人消費と輸出に支えられて、GDP成長率4.0%増、GNP成長率4.5%増、貿易黒字67億ドルを達成した。

2001年は、世界経済の後退により輸出と鉱工業が減退したが、堅調な農業とサービス業、好調な個人消費がこれを下支えする形で、GDP 成長率 3.4%増を維持し、政府目標値（3.3%）を上回った。

2002年第3四半期までで、実質GDP成長率4.1%（前年同期3.0%)、実質GNP成長率は4.2%（前年同期 3.6%)。第4四半期は、クリスマス期の海外就労者からの多額の送金による需要増が見込まれることから、政府通年目標のGDP4.0%、GNP4.5%の達成の余地は残されている。

（6）フィリピンと日本の貿易・投資関係

フィリピンにとって日本は米国に次ぐ貿易相手国であるが、フィリピンの恒常的な赤字

傾向。対日主要輸出品目は、従来は魚介類、バナナといった一次産品が上位を占めていたが、近年は半導体、ワイヤーハーネスなどの加工製品が増大。対日輸入品目も、工業製品が大半で、電子・電機部品、自動車部品が上位を占めている。2001 年の日比間の貿易額（輸出+輸入）は、日本から見た場合は全体の 2.1%に過ぎないが、比から見た場合は全体の 16.7%（米国は 24%）となっている。

日本はフィリピンへの主要投資国の一つであり、特に経済特別区における製造業に対する投資が多い。業種別では、エレクトロニクス関連が中心であり、以下、輸送機器、金属加工品等が続いている。

１．３　フィリピンのエネルギー事情

－フィリピンが 2001 年 11 月に発表した「Philippine Energy Plan 2002－2011」に基づいて記載する。－

（１）一次エネルギー消費

フィリピンの一次エネルギー消費量は、1995-2000 年の間で年平均 3.5%増加し、この期間の年平均 GDP 成長率が 3.5%であるので、GDP に対するエネルギー弾性率は 1.0 である。2000 年のエネルギー消費量は 249.5 百万重油換算バレル（Barrels of Fuel Oil Equivalent）となっており、一次エネルギー消費全体に占める石油の割合は年々低下しているが、依然として高く（45.5%）、100%近く輸入に依存している。国内生産の中では特に再生可能型（バガス、農業廃棄物、木材等）が 30.1%、水力が 5.1%、地熱が 8.2%という構成になっている。

表Ⅱ－１－２　一次エネルギー消費推移（国産エネルギーを大量に使用する想定ケース）

単位：百万重油換算バレル（MMBFOE）

	1995（実績）		2000（実績）		2006（見通し）		2011（見通し）	
	需要	構成%	需要	構成%	需要	構成%	需要	構成%
国内生産	92.2	44.0	111.9	44.9	191.5	58.2	254.2	55.7
石油	0.03	0.02	0.3	0.1	13.1	4.0	7.2	1.6
ガス	0.0	0.0	0.04	0.01	31.0	9.4	57.5	12.6
石炭	6.1	2.9	4.4	1.8	7.4	2.2	14.4	3.2
水力	10.7	5.1	12.3	5.1	20.1	6.1	30.1	6.6
地熱	10.6	5.0	19.7	8.2	30.9	9.4	42.1	9.2
再生可能型	64.8	30.9	75.1	30.1	89.1	27.1	102.8	22.6
輸入	117.5	56.0	137.6	55.1	137.6	41.8	200.2	43.9
石油	114.0	54.3	113.3	45.4	117.6	35.7	175.4	38.5
石炭	3.5	1.7	24.3	9.7	20.0	6.1	24.8	5.4
その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.4
合計	209.7	100.0	249.5	100.0	329.1	100.0	456.1	100.0

出典：PEP 2002-2011

（２）電力

フィリピンの発電量は、2000 年に 45.3TWh を生産し、前年の 41.4TWh を 9.3%上回った。2000 年における用途別需要は、工業部門向けが 36.1%、住宅部門向けが 35.3%、商業部門向けが 26.0%、運輸・他部門向けが 2.6%である。想定される年平均 6%の経済成長率における 2001-2011 年の 10 年間の電力需要量は年平均 9.3%増加し、2001 年の 45.1TWh から 2011 年には 110.2TWh に増加すると予測される。

表Ⅱ－１－３　発電量の推移の実績と今後の見通し

単位：TWh

	2000（実績）		2001（見通し）		2011（見通し）		2001-2011 年
	発電量	構成%	発電量	構成%	発電量	構成%	年平均伸率%
Luzon Grid	35.0	77.2	35.0	77.6	82.3	74.7	8.9
Visaya Grid	4.2	9.2	4.7	10.4	12.6	11.4	10.4
Mindanao Grid	6.1	13.6	5.4	12.0	15.3	13.9	11.0
フィリピン合計	45.3	100.0	45.1	100.0	110.2	100.0	9.3

出典：PEP 2002-2011

フィリピンの電力産業体制は、発電・送電会社と配電会社の明確な区分で分割されているのが特徴である。電力市場は国営電力公社（National Power Corporation: NPC）と同じく国営のメラルコ（Manila Electric Company: MERALCO）によって独占されている。NPC が発電・送電の一貫運営を行い、マニラと近隣地域への配電は MERALCO が、その他地区への配電は地方電化組合に卸売りをしているほか、NPC が大口産業需要家にも売電している。しかしながら、電力事業独占によって NPC の業務効率化も進まず負債が増加するとともに、配電ロスなども加わり電力料金が上昇し、フィリピンの電力料金はアジアでは日本に次いで高い。この対策として、NPC の売却民営化を主な柱とする「電力産業改革法（Electric Power Industry Reform Act, Republic Act No.9136)」が 2001 年 6 月に議会で成立し、民間資本の参入と競争原理の導入による電力部門の効率化を進めることになった。また、「電力産業改革法」では、地方の電化を進めることも謳われている。地方の村落では未だ約 25%程度の村が送電網にアクセスできない状況で、政府計画では、2004 年迄に 95%のバランガイ（最小行政単位）の電化を達成し、2006 年迄には完全な電化を目指している。

NPC の送電網は島嶼国であるフィリピンの地形的特長からルソン（Luzon)、ビサヤ（Visaya)、ミンダナオ（Mindanao）の３グリッドで構成されている。配電部門は、マニラでは MERALCO、ビサヤスでは VECO などの配電会社、及び地方では約 120 の地方電化組合によって行われている。配電会社のうち最大のものが MERALCO である。地方電化の推進は国家電化庁（National Electrification Administration: NEA）が所管しており、地方における配電設備の建設、配電機関である地方電化組合の組織化・監督・職員のトレーニング等を担当し、直接的に配電は行ってない。発電設備（NPC）を地域別に見ると、Luzon Grid は火力、Visaya Grid は地熱、Mindanao Grid は水力が主な電源となっている。

表Ⅱ－１－４　フィリピン（NPC）の発電の地域別電源構成（2000 年）

単位：TWh

	Luzon Grid		Visaya Grid		Mindanao Grid		合計	
	発電量	構成%	発電量	構成%	発電量	構成%	発電量	構成%
火　力	20.29	65.5	0.64	17.4	0.49	9.0	21.90	54.0
石　油	4.97	16.0	0.36	9.8	0.49	9.0	6.30	15.5
石　炭	15.32	49.5	0.28	7.6	0.00	0.0	15.60	38.5
水　力	3.16	10.2	0.01	0.3	4.19	76.7	7.36	18.1
地　熱	7.51	24.3	3.02	82.3	0.78	14.3	11.31	27.9
合　計	30.96	100.0	3.67	100.0	5.46	100.0	40.58	100.0

出典：NPC 2000 Annual Report

（３）エネルギー価格：

NPC の電力料金を地域別に比較すると、地方部では約２Peso/kWh（1Peso=2.8 円として、5.6 円/kWh)、都市部では約 3 Peso/kWh（8.4 円/kWh）となっており、都市部の価格が高く設定されている。

表Ⅱ－１－５　NPC の電力料金

Peso/kWh

	1999 年	2000 年
Luzon Grid	2.84	3.34
Visaya Grid	2.52	3.23
Mindanao Grid	1.67	1.93
Philippines	2.65	3.12

出典：2000 Annual Report “National Power Corporation”（NPC）

燃料の価格（DOE 省エネルギー産業管理局データ、2000 年 9 月現在）は次の通り。

ガソリン（無鉛）16.85-17.36 Peso/L
ディーゼル油　13.04
灯油　12.59

（４）省エネルギー関連の政府担当省庁・推進機関

１）エネルギー局（Department of Energy: DOE)：

フィリッピンのエネルギー資源の総合的、集約的な採掘・生産・管理・開発・保

全・再生・効率的利用・自己供給・継続的かつ適切で経済的な供給確保・環境への配慮などについての政府の各種プログラムの合理化、統合、調整を行うことを目的としている。
1992 年の DOE 設立以来毎年、フィリピン・エネルギー計画（Philippine Energy Plan: PEP）を策定し、エネルギーの需給状況・見通し・政府施策などに関する将来の 10 年間についての展望・計画を発表している。また、エネルギー関連の付属機関として、フィリピン国営石油会社（Philippine National Oil Company: PNOC)、国営電力会社（National Power Corporation: NPC)、国営電化庁（National Electrification Administration: NEA）は本省の監視下に置かれる。

２）エネルギー規制委員会（Energy Regulatory Commission: ERC）:
旧名は Energy Regulatory Board（ERB）で、2001 年 6 月に Energy Regulatory Commission（ERC）に名称変更した。省エネルギー政策に関連して、エネルギー・ディマンドサイドの消費効率の向上計画（DSM Program）の基準設定を担当する。DSM フレームワークのプログラムを管轄している。

３）国営電力公社（National Power Corporation: NPC）:
DOE の監督下にある国営機関で、フィリピン全体の発電・送電の一貫運営と大口産業需要家への配電を担当する。

４）メラルコ（(Manila Electric Company: MERALCO）:
DOE の監督下にある国営機関で、マニラと近隣地区への配電を担当する。

５）国営電化庁（National Electrification Administration: NEA）:
DOE の監督下にある国営機関で、地方への配電と農村電化を担当する。

６）フィリピン国営石油会社（Philippine National Oil Company: PNOC）:
フィリピン国内エネルギーの R&D の先導的役割を担当する。

１．４　フィリピンの鉄鋼産業

フィリピン BOI（投資委員会）から入手の資料に基づいて述べる。

（１）フィリピンの鉄鋼需給

フィリピンのこれまでの最大鉄鋼消費量は 1960 年の約 400 万 t である。その後は減少しており、2000 年の鉄鋼需要は前年に比べ 5.2%減の 3.136 万 t であった。これは予算不足対応で公共事業の縮小によるものである。2001 年は 1999 年レベルに復帰、2002 年は 2001 年に比し 3.2%～6.5%増の見込である。(表Ⅱ－１－６、７参照)

これまで鋼板類の 50%以上を供給していた National Steel Co.（NASCO）の設備は 1999 年 11 月より停止したままで、今では全ての鋼板類は輸入に頼る結果となっている。

表Ⅱ－１－６　フィリピンの鉄鋼需要

（単位：1,000t）

Year		1999	2000	2001	Sem 1 2001	Sem 1 2002	2002 Forecast	
							Low	High
Flat Products	Local Prod'n	144	--	--	--	--	--	--
	Imports	1,443	1,386	1,483	734	815	1,550	1,600
		1,587	**1,386**	**1,483**	**734**	**815**	**1,550**	**1,600**
Long Products	Local Prod'n	1,286	1,350	1,386	711	752	1,450	1,485
	Imports	434	400	474	226	256	450	475
		1,720	**1,750**	**1,860**	**937**	**1,008**	**1,900**	**1,960**
Total Steel	Local Prod'n	1,430	1,350	1,386	711	752	1,450	1,485
	Imports	1,877	1,786	1,957	962	1,071	2,000	2,075
		3,307	**3,136**	**3,343**	**1,671**	**1823**	**3,450**	**3,560**

表Ⅱ－１－７ フィリピンの鉄鋼需要（種類別）

（単位：t）

Kind of Products		Sem 1, 2001	Sem 1, 2002	Increase/Decrease
Hot rolling products		366,200	420,000	+14.7%
Cold rolling products		177,200	218,200	+23.1%
Coating products		152,200	165,000	+8.4%
	Tin plate	92,400	110,000	+19.0%
	Zinc coated	31,500	47,100	+49.5%
Pipe & tube		23,000	11,700	- 49.1%
Billet		**590,000**	**635,800**	**+7.8%**
Long finish		224,000	265,600	+18.6%

2002 年前半での輸入量は 2001 年の総輸入量の 59.3%に達していた。

上表から言えることは、ビレットの輸入量が多くフィリピン内の棒鋼生産素材の約 80%は輸入に頼っていることになる。

（2）鉄鋼業の発展と問題

鉄鋼製造業者、鋳物業者、スクラップ業者達は政府に致命的な状態にある鉄鋼や鋳物業界を救うため、議会の貿易工業委員会へ出された方針説明書を通してスクラップの輸出を禁止するか、少なくとも規制する様に訴えた。彼らの原料の 80%はスクラップと鉄鋼製品であるため、スクラップの輸出が禁止或いは規制されないと国内の鉄鋼産業はきっと崩壊すると言っている。

この業界は 250 社からなっており、100 億ペソ以上の資本と 50 万人以上の従業員が直接または間接的に関与している。この業界は政府に数億ペソの税金を払っており、他産業との経済的つながりを持ち、国にとっても貴重な外貨の節約をしている。

フィリピンではかって 13 社あった電気炉を使った溶解業者が今は 5 社に減り単圧メーカーへと移行している。

1） ビレット生産部門

ビレット生産は電気炉 - 連続鋳造方式で、鋼種は普通鋼（構造用鋼）・中級鋼・高強度鋼である。

2001 年のビレット製造は 420000t であった。これは製造能力 1160000t の 36%である。

30 万 t／y の能力がある 2 社は現在操業をしていない。

2） 圧延部門

圧延では、土建用鉄筋バー、ワイヤーロッド、型鋼を製造している。

鉄筋バーの用途は構造用鋼と中級鋼/高強度鋼の 2 種に分けられる。構造用鋼の製造メーカーは約 25 社ある。中級鋼/高強度鋼メーカーは 4 社ある。

ワイヤーロッド分野は安いロシア・ウクライナからの輸入が主で、今ではこの分野のミルは鉄筋バー製造に移行している。

型鋼生産は主に 2 社である。ミル全体の能力は約 360 万 t/y である。

3） 会社の管理構造

同族会社が主であるが、外国関与の持ち株会社が 3 社ある。

4） 技術

－溶解分野

溶解を行なっているほとんどの会社は、附帯設備や生産性を増強した新式でしかもプロセス改善をしたかなり生産性の良い設備を持っている。

これらの設備の生産コストは輸送の利、最小の原価償却、安い人件費により外国と十分競争できるものである。

－圧延分野

圧延ミルは連続・半連続・非連続型の3つに分けられる。

連続型はフルタンデム配置の圧延スタンドを持っており、高速操業、コンピューターコントロール、燃料効率の良い加熱炉を持っている。３社があり、各々少なくとも30万t/yの能力を持っている。

半連続は、半タンデム配置で反転式（リバース）粗ミルスタンドかループタイプを持っている。12社があり、平均の能力は15万t/yである。

非連続型ミルは、経済的に成り立つ最低限の規模で、高い燃料消費と最も人力に頼るやり方で操業している。大半のミルがこの部類に属している。

（３）現在の鉄鋼産業の置かれている状況

１） 高い電力コスト　　MERARCO電力＝US$0.11/kWh

２） 輸送・ハンドリングコストが高い。設備改善が必要である。

３） ファイナンスの問題。1997～1998年の通貨危機が尾を引いて用心深くなっている。

４） 効果のない不必要に高品質の標準の強制がある。したがってコストダウンが出来ない。

５） 設備や技術の向上、操業改善によって操業コストが下がるような投資に乗り出すよう既存業者と同様に新投機家を勇気させる必要がある。

投資を引き出すには１）～４）の問題をいかに効率的に処理するかにかかっている。

（４）関税問題

鉄鋼業に関してこの１年いくつかの発展が見られた。

１） WTOに倣って新ダンピング法が施行された。

２） 輸入増に対し国内の工業を守るセーフガード対策法が承認された。

2001～2004年の間、原料と製品の関税引き下げの新関税構造が2001年１月に政府承認された。半製品は3%から減らしていく。最終製品（バー、表面処理鋼、配管）は10%から徐徐に５％へ減らす。

以上の状況が示しているように現在のフィリピンの鉄鋼業はかなり厳しい状況にあると思われる。

2003年に入って、輸入Billetの価格が急上昇しており、昨年160～170US$/tであったものが約100US$/tの値上がりである。したがって現在、電気炉メーカーはフル生産の状態である。今回の２次調査時点でも生産に支障をきたすと困るとの思惑から１次で訪問した会社から診断調査辞退の申し出があったほどである。

２．診断対象電気炉・圧延工場の概要

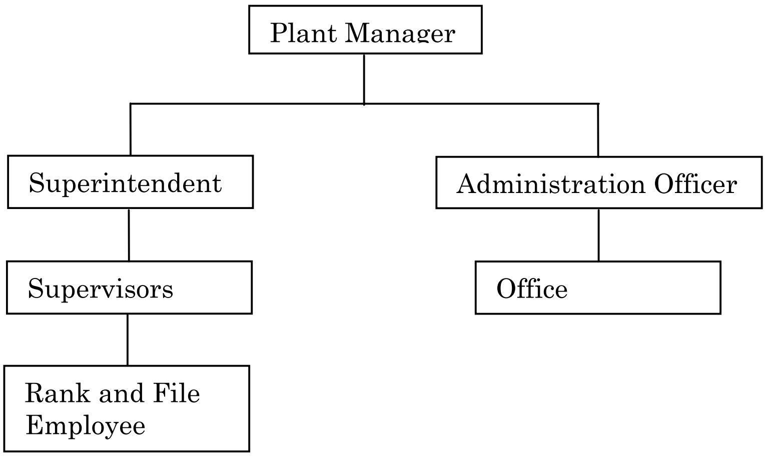
フィリピン鉄鋼産業の省エネルギー診断調査を実施するに当たり、ECCJ は ACE に対し Manila 市内またはその周辺にある２つの電気炉工場の選定を依頼した。
フィリピン政府担当部署は ACE からの依頼に対し、電気炉工場の選定に努めたが第１次診断調査開始までには決まっていなかった。その理由は、診断を受けた会社の情報が外部に公表されることを危惧したためであった。
DOE (Department of Energy: エネルギー省)担当部署が PSA (Philippine Steel-makers Association: フィリピン鉄鋼生産者協会)および各電気炉メーカーと交渉を重ねたにも関わらず、結局決まらないまま ECCJ メンバーはカンボジアの第１次診断調査終了後フィリピンを訪問した。これはフィリピンへ行けば訪問先が決定しているかも知れないという思いと、もしだめなら解決策を見出すための手が打てるとの考えからであった。
結局、第１次訪問時（2002 年 12 月）の診断調査は実現しなかった。
しかし、PSA 幹事の Mr. Arrobio との会議で打開策として、診断調査を受け入れてくれる会社、ACE および ECCJ 間で守秘義務契約書をとりかわすことが了承された。さらに、この時の滞在中に数社の電気炉工場見学先の紹介を依頼した。
その結果、第１次訪問時には３社の工場訪問が実現し、診断調査の目的説明や工場概要等のヒヤリングをする事が出来た。この３社の中から２社を候補としてあげ第２次診断調査時に再訪するべく DOE に強く依頼した。

第２次訪問時（2003 年２月）までに先に訪問していた１社のみの診断調査が確定していた。他の１社は前回未訪問の圧延会社であったがフィリピン滞在中に決定された。いずれも守秘義務契約書を取り交わして診断調査をする事が出来た。

以下に、選定された２鉄鋼会社の概要に付いて述べる。

２．１　Ａ社（電気炉工場）の概要

工場所在地：　メトロ・マニラ内
製品：　ビレット
従業員数：　160 人（内技術者：７人）
勤務体制：　８時間勤務、３個班体制
組織図：　Ａ社の組織を図Ⅱ－２－１に示す。
本社はメトロ・マニラにある。



図Ⅰ－２－１　Ａ社組織図

操業概要：　同工場は小型 AC 電気炉 1 基、連続鋳造機 1 基でビレット生産をしている。約 30 年前に創業、年間 11 ヶ月操業のパターンを続けていて製品のビレットは数 km 離れた単圧メーカへ全量納品している。

エネルギー源は電力と石油品で、電力は MERALCO（Manila 電力会社）から全量購入している。非常用として自家用 Diesel 発電を持ち、照明と冷却水供給を行なう。特殊燃料油（ディーゼル油 60%とバンカー油 40%の混合油）を取鍋加熱用バーナーに使っている。
上記以外に電気炉の操業に必要なコークス、酸素（購入酸素と PSA による自家発生）がある。また、連続鋳造ではビレット切断用として LPG を購入し使用している。

２．２　Ａ社の設備と能力

（１）設備

電気炉	交流式（AC）電気炉： 定格能力 Xt/heat, 最大能力 1.4Xt/heat	１基
連続鋳造機	２ストランド、ビレット連続鋳造機：	１基
集塵機	押し込み式バッグフィルター：	１基

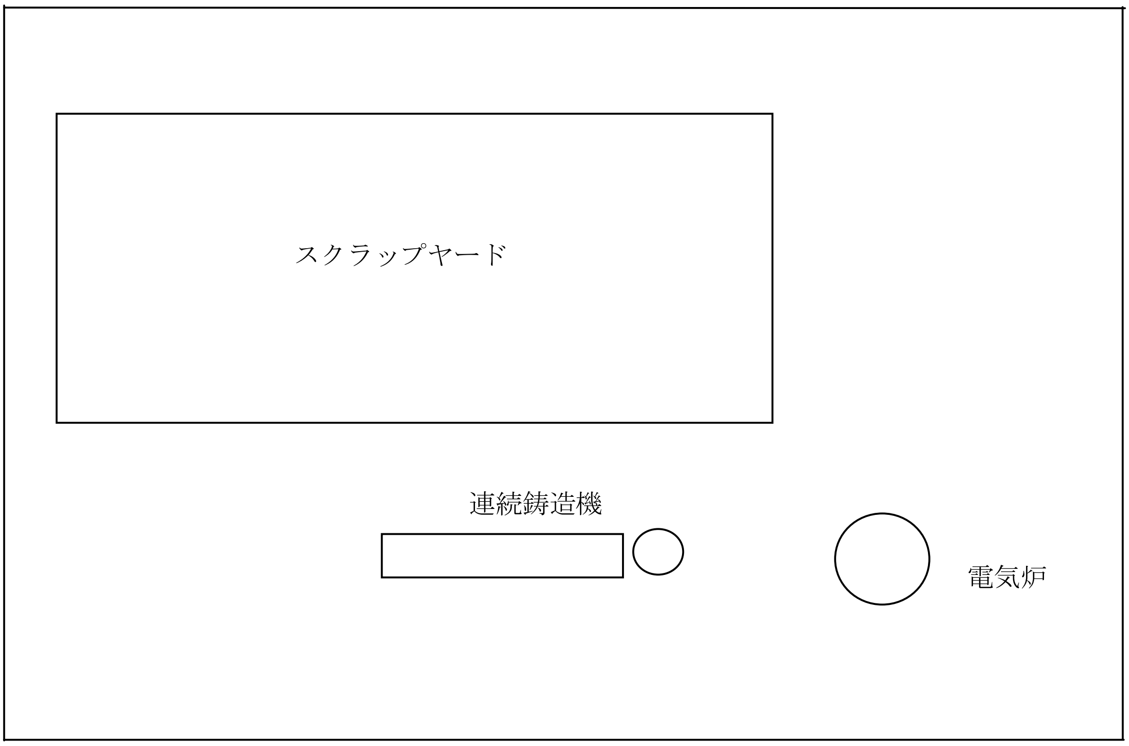
PSA（酸素製造）設備：	1基
エアコンプレッサー：	3基
天井クレーン：	9基
スクラップ/スラグ移送台車：	2基
冷却水供給・処理設備：	1式
受電設備：	1式
非常用電源設備（Diesel 発電機）	1基

この他に、照明、空調設備等がある。

（2）工場配置図

図Ⅱ―２－２にＡ社の概略の配置図を示す。

電気炉と連続鋳造機が同じヤードに配置されているレイアウトである。



図Ⅱ―２－２　Ａ社配置図

（３）操業体制

約 140 人の３個班体制、年間 11 ヶ月操業

メンテナンス休止は毎週 8 時間および年末年始をはさんだ１ヶ月間

（４）使用エネルギー

電気炉工場の使用エネルギーの種類を表Ｉ－２－１に示す。

表Ｉ－２－１　使用エネルギーの種類

種類	用途	備考
特殊燃料油	取鍋加熱燃料	Diesel 60%, バンカー油 40%
Diesel 油	トラック用	
LPG	連鋳ビレット切断	
Coke	電気炉吹込み	
電気	電気炉、その他	非常用は自家発電
購入酸素	電気炉吹込み	自家発生および購入

２．３　Ｂ社（圧延工場）の概要

工場所在地：　　　メトロ・マニラ北方車で約 1 時間のところ

製品：　　　　　　鉄筋バー

従業員数：　　　　450 人（内技術者：56 人）

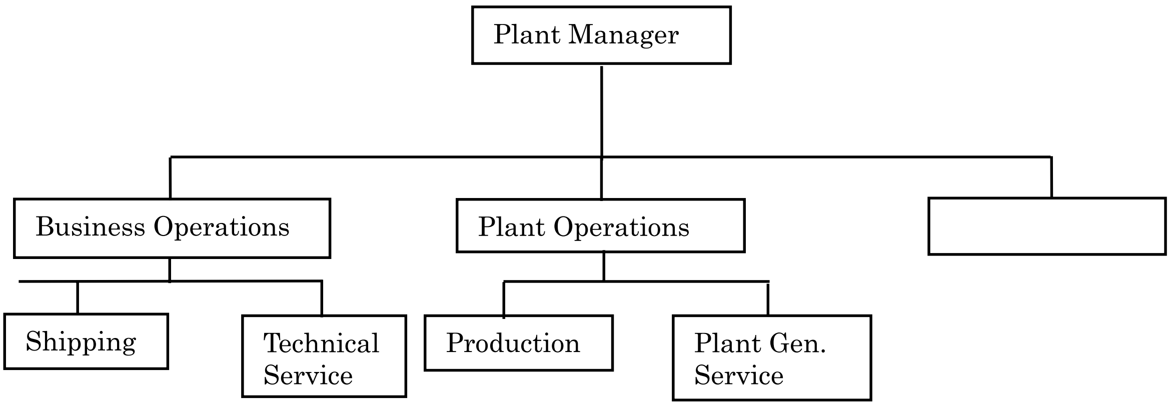
勤務体制：　　　　８時間勤務、３個班体制

組織図：　　　　　B 社の組織を図Ⅱ－２－３に示す。

本社はメトロ・マニラにある。

操業概要：　　　　同工場はビレット（素材）を外国から全量輸入して圧延し鉄筋バーを生産している。設備能力は 30 万 t/y 以上ある。外国の経済情勢に影響を受け易く、素材調達に苦労しているようである。

診断調査で訪問した時も原料不足で 1 週間の操業停止になっており、設備のメンテナンスをしていた。



図Ｉ－２－３　Ｂ社の組織図

２．４　Ｂ社の設備と能力

（１）設備

圧延加熱炉　　　　ウオーキングビーム式バンカー油炊き加熱炉

加熱炉能力：最大 60t/h 以上、長尺ビレット加熱可能

バーナー配列：両側に配列、

排熱回収レキュペレーター付き

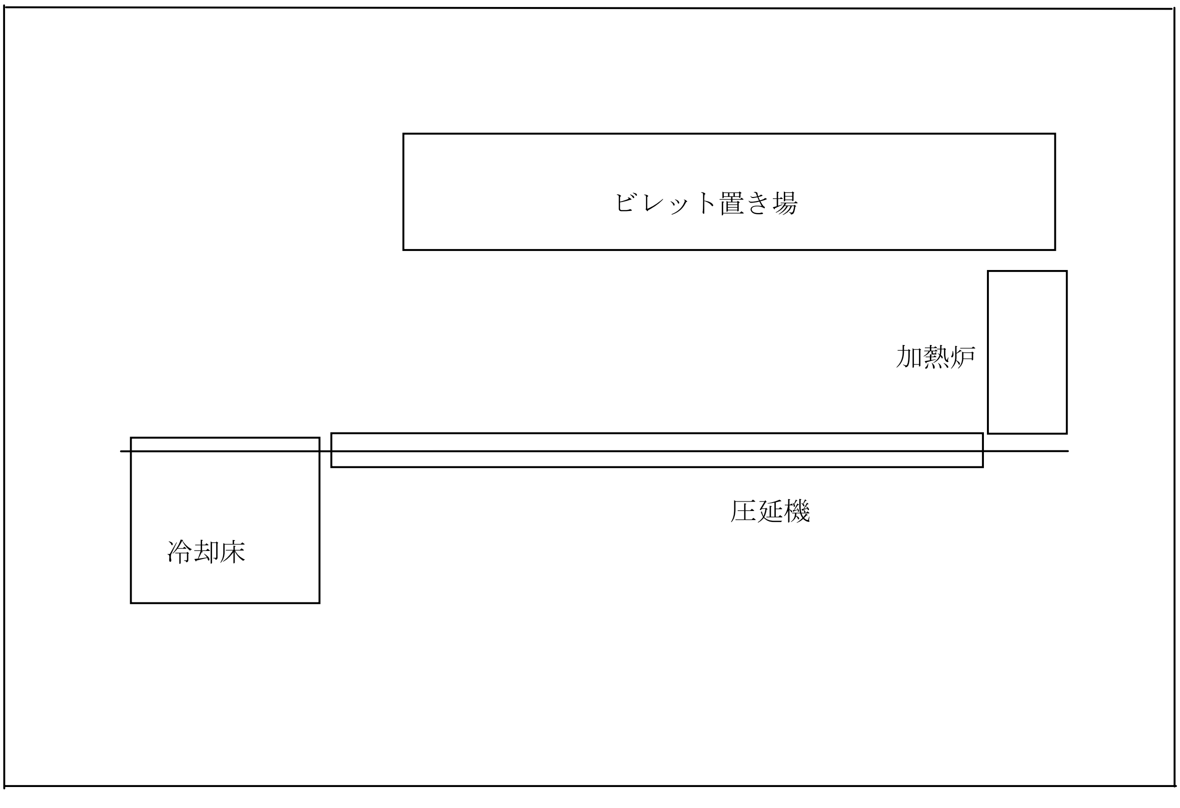
圧延機	タンデム 水平/垂直型	直線配列
	連続焼入れ装置つき	
	クーリングベッド	
受電設備	トランス：	４基
エアコンプレッサー：		６基
冷却水供給および水処理設備：		１式

圧延工場設備としてさらに非常用電源装置、照明、空調装置等がある。

（２）工場配置図

図Ｉ―２－４にＢ社の概略の配置図を示す。

加熱炉を出たビレットは一直線で圧延されるレイアウトとなっている。



図Ｉ－2－４　Ｂ社配置図

（３）操業体制

３個班体制、24 時間操業

（４）エネルギー消費量

圧延工場の使用エネルギーの種類を表Ｉ－２－２に示す。

表Ｉ－２－２　圧延工場の使用エネルギーの種類

種類	用途	備考
重油	加熱炉	バンカー重油 Ｓ : 2.5～2.9%
LPG	ビレット切断	
酸素	ビレット切断	
電気	機械運転・照明等	非常用は自家発電

３．診断計画

１次調査時の状況は前章に述べたとおりである。

フィリピンを訪問して行なう診断調査は、選定された電気炉工場について製品製造工程・エネルギー使用量・排熱利用実態をつかみ、省エネルギー推進のための改善案を提示するとともに、現地でワーク ショップを開催して、日本の省エネルギー技術や省エネルギー活動等を紹介し省エネルギー意識の向上・啓蒙普及を図ることであった。さらには、省エネルギー診断実施後、ASEAN 諸国の同種産業の実態・省エネルギー診断技術レベル等を勘案し、ASEAN 側省エネルギー推進者が標準的省エネルギー診断方法を確立するための支援を行うのが目的である。

診断調査実施は２次調査時に行なった。

最初に省エネルギーワーク ショップを行なった。今回の活動に関する ACE、DOE の説明の後、ECCJ から日本の鉄鋼業で実現されている省エネルギー技術を紹介し理解してもらうことに努めた。

診断は、２工場で実施した。事前に送付した質問状による確認と、実際の工場での調査を行い、特に最初の工場では最後に Wrap up meeting を行い改善案の提示をする事が出来た。

３．１ 診断の進め方

（１）Ａ社

Ａ社は１次調査時の訪問先であり、Plant Manager がコストダウンに強い関心を持っていることからこの診断調査にも非常に協力的だった。

質問書の回答も一応出来上がっており、初めからこの回答確認、現場見学、その後再度現場を訪れ診断を実施した。

診断組が使用した計器は日本から持参した放射温度計･照度計およびクランプ式電流計あった。

（２）Ｂ社

質問書を持参し説明を行なった上で、実際の診断調査を行った。前述のように操業が止まっていた事より診断そのものは出来なかった。質問回答確認と操業中の情報入手、およびメンテナンス中の設備見学を行なった。

なお、現場での写真撮影は両社とも硬く禁じられ、状況を示す情報が得られなかった。

３．２ 診断対象装置の選定と質問書の回答確認

電気炉工場で使われているエネルギーは、電気炉・機器運転のモーター駆動等で使われる電力（買電）が主であり、省エネルギーの対象であり焦点でもある。
また、ECCJ からの質問書は診断開始時前日に２社へ渡されたが、かなりの回答を準備していただく事が出来た。とても協力的で確認もスムーズに進んだ。
Questionnaire を添付資料につけている。

３．３ 診断スケジュール

１次調査時に訪問した電気炉工場は３ヶ所、いずれも診断調査としての業務は承諾が得られず操業状況のヒアリング程度で終わった。Manila 都心から車で約１時間の所にあるＡ社、またＣ社およびＤ社は Manila 都心から 80km 離れた所で、渋滞のため２時間以上もかかるところであった。
実際の診断調査は２次調査時に行った。Ａ社では Meeting を含めて２日間、２次調査時に受入が決まったＢ社は 1.5 日間の訪問となった。
診断スケジュールを下記に示す。

１次調査：2002 年 12 月実施

12 月 16 日（月） DOE・ACE と共に診断実施に対する対策会議
BOI 訪問、フィリピン鉄鋼業の現状ヒアリング
PSA 訪問、診断受入打開策討議および見学受入先の説得・紹介依頼
12 月 17 日（火） Ａ社訪問、操業状況ヒアリング
12 月 18 日（水） Ｃ社訪問、操業状況ヒアリング
Ｄ社訪問、操業状況ヒアリング
12 月 19 日（木） DOE 訪問、２次調査時の診断受入れ先調整依頼

２次調査：2003 年２月実施

２月 10 日（月） エネルギー効率化および省エネルギーに関するワークショップ開催（DOE、ACE、鉄鋼メーカー３社の技術者および ECCJ 参加）
２月 11 日（火） Ａ社訪問、診断調査実施
（Ｂ社の診断調査受入れ確定）
２月 12 日（水） DOE 関係者表敬訪問
PSA 幹事表敬訪問、および鉄鋼生産情報入手
Ｂ社訪問、診断質問書説明
２月 13 日（木） Ｂ社訪問、診断調査実施
２月 14 日（金） Ａ社訪問、DOE・ACE と共に Wrap up meeting 実施

省エネルギー改善案の報告

４．　診断対象設備

４．１　Ａ社の診断調査

（１）　ＡＣ電気炉

１）設備仕様

電気炉：　　　　小型 AC 電気炉１基

定格能力：　　　Xt/heat,最大能力 1･4Xt/heat

２）稼動状況

スクラップ装入は平均７回実施している。

溶解時間は 1,２回目が 14 分,３回目９分,４～７回目が各６分でスケジュール管理をしている。

Tap to Tap 時間は平均約 135 分程度である。

溶解副資材として酸素とコークスの吹込みをしている。

（２）連鋳設備

１）設備仕様

連鋳機：　　　　２ストランドビレット CC

鋳込み時間：　　50～55 分/20t

２）稼動状況

操業は 11 ヶ月連続運転をし 12 月中旬～１月中旬の１ヶ月間は装置を停止しメンテナンスを実施している。生産品は 100□ビレットがほとんどである。

年間操業時間　7920h（11m×30d/m×24h/d）

（３）受変電設備

１）　主要設備容量（表Ⅱ－４－１）

表Ⅱ－４－１　A 社の主要設備容量

No	名　　　　称	基 数	備　考
1	電気炉	1	
2	連続鋳造設備	1	
3	集塵機	1	
4	PSA 設備	1	
5	エアーコンプレッサー	3	
6	クレーン	9	
7	冷却水設備（ポンプ, ファン）	15	
8	深井戸ポンプ	2	
9	照明設備（工場, 事務所）	1	

２）非常用電源設備（表Ⅱ－４－２）

表Ⅱ－４－２　A 社の非常用電源設備

No	名　　　　称	設 備 容 量	基 数
1	非常用ディーゼル発電設備	1000kVA	1

３）運用方法

MERALCO より受変電設備にて常時受電をしている。最大電力に対し、常時平均 55%程度の受電をしている。

MERALCO 受電が停電時には非常用電源装置によって冷却水設備と照明用に供給している。

（４）集塵機設備

１）設備容量

集塵装置の構成設備は次の通りである。

ａ．メインファン　　　　　　　　１台
ｂ．ブースタファン　　　　　　　１台
ｃ．リバースファン　　　　　　　１台
ｄ．その他機器　　　　　　　　　１式

２）運用方法

電気炉操作中は建屋からの吸引用のメインファンと電気炉直引のブースタファンを

連続運転している。

逆洗用ファンも常時運転していてバグフィルターのダスト掃除を行っている。

（５）PSA 設備

１）設備容量

PSA の設備構成設備は次の通りである。

ａ．真空ポンプ	１台
ｂ．エアーブロワー	１台
ｃ．酸素コンプレッサー	１台
ｄ．その他機器	１式

２）運用方法

電気炉操業中は常時運転、酸素不足分は液酸の購入で賄っている。

（６）コンプレッサー設備

１）設備容量

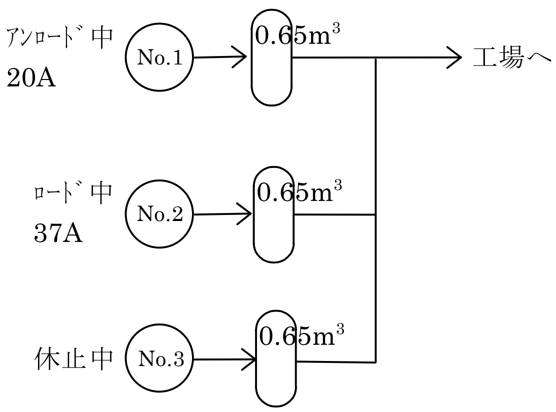
ａ．No１　レシプロ型コンプレッサー　30kW　１台

ｂ．No２　レシプロ型コンプレッサー　30kW　１台

ｃ．No３　レシプロ型コンプレッサー　30kW　１台

２）運用方法

運転方法は図Ⅱ―４－１の通りである。



図Ⅱ―４－１　コンプレッサーの運用方法

（７）冷却水設備

１）電気炉の冷却水設備の運用方法

ポンプ，ファンは常用機１台が運転され、予備機１台はスタンバイ状態である。

２）深井戸ポンプと補機関係冷却水設備の運用方法

ポンプは常用機１台が運転され、予備機１台はスタンバイ状態である。

４．２　Ｂ社の診断調査

2003 年２月 12 日の診断調査当日は工場がシャットダウン中（２月 11 日～13 日の予定)であり、工場操業下での省エネルギー調査診断ができなかった。

以下、現地訪問～ヒヤリング内容より概要のみについて述べる。

（１）　圧延加熱炉，圧延機　１系列

この工場は 130 角×12000L のビレットを購入し加熱炉で加熱し，圧延機によって鋼棒を生産・出荷している。

生産品は直径 10～50mm の鉄筋バーである。

（２）　受変電設備

１）主要設備容量（表Ⅱ―４－３）

表Ⅱ―４－３　Ｂ社の主要設備容量

No	名　　　　　称	基 数	備　考
1	加熱炉燃料ポンプ	2	
	燃焼用押込送風機	1	
	排気ガスファン	1	
2	ローリングマシン	1	
3	テンポコアマシン	1	
4	カッティングマシン	1	
5	ローリングマシン冷却水設備	1	
6	テンポコアボックス冷却水設備	1	
7	補機関係冷却水設備	1	
8	加熱炉関係冷却水設備	1	
9	コンプレッサ		
	（１）100kW×14.15m^3/min	2	
	（２）200kW×28.3m^3/min	4	
10	照明設備	1	

３）非常用電源設備（表Ⅱ―４－４）

表Ⅱ－４－４　Ｂ社の非常用電源設備

No	名　　　　　称	設 備 容 量	台 数
1	非常用ディーゼル発電設備	500kVA	1

３）運用方法

MERALCO より受変電設備にて常時受電をしている。最大電力に対し、常時約 70％程

度の受電をしている。

MERALCO 受電が停電時には非常用電源装置によって冷却水設備と照明用に供給している。

（３） コンプレッサー設備

１）当該工場には表Ⅱ－４－５に示すコンプレッサーが据付けられている。

表Ⅱ－４－５B 社のコンプレッサー設備

号　　機	容　　量
No１　コンプレッサー	14.15m^3/min×100kW
No２　コンプレッサー	28.3m^3/min×200kW
No３　コンプレッサー	28.3m^3/min×200kW
No４　コンプレッサー	14.15m^3/min×100kW
No５　コンプレッサー	28.3m^3/min×200kW
No６　コンプレッサー	28.3m^3/min×200kW

２）タンク容量

１～６号コンプレッサー出側に共通レシーバタンクとして 20.52m^3 の容量のタンクが設置されている。

３）運用方法

大小 2 つの工場向けの設備容量があるが、小工場は現在休止中である。

大工場操業時の圧空使用量は 40m^3/min 程度である。

従って、大工場操業時には２～３台のコンプレッサーを運転し、圧空を供給している。

（４）冷却水設備

１）圧延ミル冷却水設備

冷却水ポンプ、冷却塔ファンは必要台数のみ運転し、常用機の故障を考慮して予備機をスタンバイ状態としている。

２）テンプコア（バー焼入れ装置）ボックス冷却水設備

冷却水ポンプ、冷却塔ファンは必要台数のみ運転し、常用機の故障を考慮して予備機をスタンバイ状態としている。

３）補機関係冷却水設備

冷却水ポンプ、冷却塔ファンは必要台数のみ運転し、常用機の故障を考慮して予備機をスタンバイ状態としている。

４）加熱炉関係冷却水設備

冷却水ポンプ、冷却塔ファンは常用機 1 台のみで運転し、予備機なしである。

5.　省エネルギー調査・測定結果

5.1 A社の調査、測定結果

（1）　ＡＣ電気炉

１）電気炉の操業

A社ではビレット製造に約600kWh/t（工場全体の消費電力をビレット生産量で割った数値）を消費している。どこでどれだけ使用しているかのデータがないので、明確には判断できないが電気炉以外の付帯設備の電力消費は 100kWh/t 近くあると見ても500kWh/tを超えていると思われる。

電気炉へのエネルギー投入は、電極からの電気エネルギーおよびコークスと酸素吹き込みによる反応熱が主体である。一般にはさらにスクラップの予熱や炉内への重油バーナーによる熱付加等が行われているが、ここでは採用されていない。これらを実施するにはかなりの設備投資を伴うので、操業法に着目することにした。

２）電気炉操業上の問題点

電気炉の操業は１サイクル（Tap to Tap時間）が約2.3時間近くかかっている（１日に10ヒート程度)。これはスクラップの装入回数が平均で７回（最大11回）と多く実際に電力投入時間以外で多くの時間がかかっているためと思われる。

この原因は次の２つがあると考えられる。まず、

a.　スクラップの嵩比重が小さい。そのためスクラップの嵩比重を上げる工夫をすべきである。例えば、長いものは切断する、或いは空隙の多いものはプレスするなどの対策を講ずるなどで嵩比重を上げる必要がある。

b.炉の内容積を少しでも大きくする必要がある。

スクラップの嵩比重を上げて溶解効率を上げ、サイクル時間（Tap to Tap時間）を短くすることで放散熱をへらし、結果としてエネルギー使用量を削減することができる。

（2）　受変電設備

１）電気料金の形態

MERALCOによる料金形態は以下の通りである。

①　基本料金　　月間のデマンド電力kW×220Peso/kW

②　従量料金　　月間使用電力量kWh×1.85Peso/kWh

③　力率割引率　（実績力率－85）×0.3

④　力率割引　　（①＋②）×③/100

⑤　１次割引　　（①＋②）×３/100

⑥　為替調整　　（①＋②－④－⑤）×7.04/100

⑦　購買電力調整（PPA）　月間使用電力量 kWh×2.45

支払電気料金 ＝ ①＋②－④－⑤＋⑥＋⑦

２）当該工場の電気使用上の問題点

ａ．常時の平均電力に対し、最大電力は２倍程度あり大きすぎる。
　　最大電力（ピーク）の低減化が必要である。

ｂ．現状力率は 98%程度である。力率の改善余地がある。

（３） 集塵機設備

電気炉操業中は常時、メインファンとブースタファンが連続運転中である。とくに、電気炉専用のブースタファンは電気炉が待機状態であるにもかかわらず常時フル運転されている。

電気炉の操業状況、ダスト負荷をみて集塵ファンの排気量を回転数制御させて省エネルギーをはかる必要がある。

（４） コンプレッサー設備

３台のコンプレッサー設備が設置されている。

２台のコンプレッサーが運転状態にあるが、１台のコンプレッサーはほとんどアンロードの状態で運転されている。

新たに１㎥のリザーブタンクを設置し、２台のコンプレッサーによる台数制御を採用し、省エネルギーをはかる。

５.２ Ｂ社の調査、測定結果

（１）圧延加熱炉

１）圧延加熱炉の操業

B 社では冷ビレットを輸入して圧延加熱炉で最高 1240℃まで加熱して鉄筋バー（D-bar）に圧延して出荷している。

省エネルギー策として排ガス熱を利用した燃焼用空気予熱に金属製パイプ式レキュピレーターが使われている。

加熱炉燃料はバンカーオイル(S 分:2.5%～2.9%)を使っている。原単位は約 30L/t を僅かに上回る成績である。

２）排熱回収をさらに上げる対策

現状でもかなり良い燃料原単位成績をあげていると思われるが、これをさらに向上させるためには、金属製パイプ式レキュピレーターからセラミックスを利用したリジェネ（蓄熱式）バーナー式に変える方法が考えられる。

（２）受変電設備

１）電気料金の形態（A 社の場合と同じ）

MERALCO による料金形態は以下の通りである。

① 基本料金　　月間のデマンド電力 kW×220Peso/kW

② 従量料金　　月間使用電力量 kWh×1.85Peso/kWh

③ 力率割引率　（実績力率－85）×0.3

④ 力率割引　　（①＋②）×③/100

⑤ 1 次割引　　（①＋②）×３/100

⑥ 為替調整　　（①＋②－④－⑤）×7.04/100

⑦ 購買電力調整（PPA）　月間使用電力量 kWh×2.45

支払電気料金 ＝ ①＋②－④－⑤＋⑥＋⑦

２）当該工場の電気使用上の問題点

ａ．常時の平均電力に対し、最大電力は 1.5 倍と大きすぎる。
　　最大電力（ピーク）の低減化が必要である。

ｂ．現状力率は 94.25%程度である。力率の改善余地がある。

（３）コンプレッサー設備

現状はM－１プラントのみの操業であるが、操業の状況によって２～３台のコンプレッサーを運転し圧空を供給している。
既設の共通レザーバタンクを利用し３台のコンプレッサーによる台数制御を採用し省エネルギーをはかる。

６.　省エネルギー提言と期待効果

以下の提言では予測効果の計算も示しているが、これらは全て仮の数値であり診断調査時の数次とは必ずしも一致していない。省エネルギー効果の程度を示すものと解釈して欲しい。計算法を応用して自工場の省エネルギー効果計算に役立ててもらいたい。

６.１　Ａ社での提言と期待効果

（１）　ＡＣ電気炉の Tap-to-Tap 時間の短縮化による省エネルギー

１）Tap-to-Tap 時間の短縮化方法

a. スクラップ装入回数の削減

電気炉内容積を増やすことおよびスクラップの嵩比重を上げることによるスクラップ装入回数の削減を図る。現在のＡ社における電気炉の標準的な操業パターンを図Ⅱ－６－１に示している。

スクラップの嵩比重を上げるには、スクラップの長いものはガス切断する、あるいは比重の軽いものはプレスして圧縮する等の事前処理を施す。その結果、現在の平均スクラップ装入回数の 7 回が 6 回あるいは 5 回に減ればそれだけで 4 分または 8 分の短縮になる。現在装入されているスクラップ嵩比重が低く（ただし、未測定)、これが大きくなって 0.74t/m^3 へ 0.03t/m^3 近くなったと仮定すれば溶解時間の短縮は約１分短縮される。酸素吹き込みの効果もあがり、さらに時間は短くなると予想される。

b. 精錬時間の短縮化

精錬時間は 30～45 分かかっている。酸素およびコークスの吹き込みの効率化、さらには電力投入法の変更等で時間の短縮を図る。

２）Tap-to-Tap 時間の短縮化による予測効果

スクラップの嵩比重と溶解時間の関係では日本の例であるが、0.74t/m^3 の時が最も早く溶解すると言われている。(図Ⅱ－６－２、日本の例参照)

電気炉からの熱放散や炉体冷却水からの抜熱は時間に比例する。現地では、計測器がついていないためデータもなく電気炉の熱バランスを確認する手段がなかったが、この熱ロスは日本の例では約 10％である。

全体で時間が 10％短縮すると、全熱ロスは１％減る。その他効率アップ等でさらに１％と見て計２％、即ち 10kWh/t が削減できると見られる。

この効果は、電気代および年間生産量を掛けることにより計算できる。

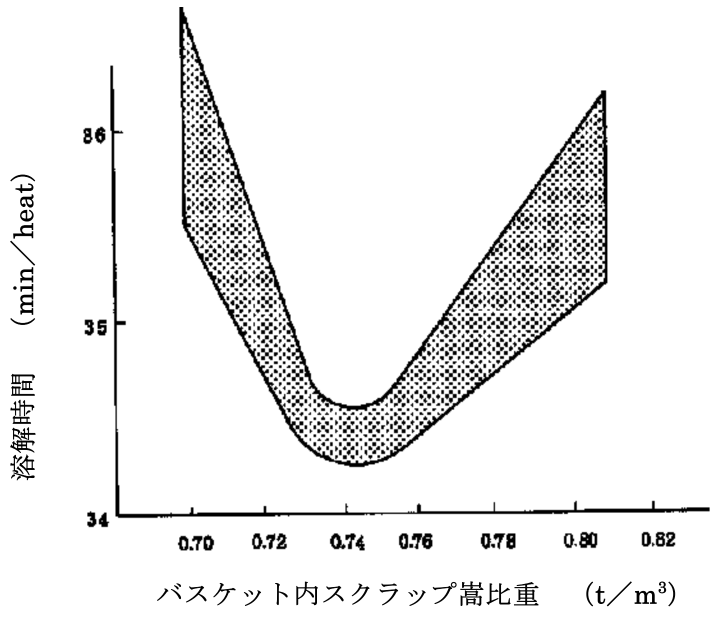
将来的には操業方法の改善等も含めて普通鋼の場合、Tap-to-Tap 時間を 100 分、電力原単位を 450kWh/t にすることは可能と考える。

3）電気炉内容積増加に対する投資額

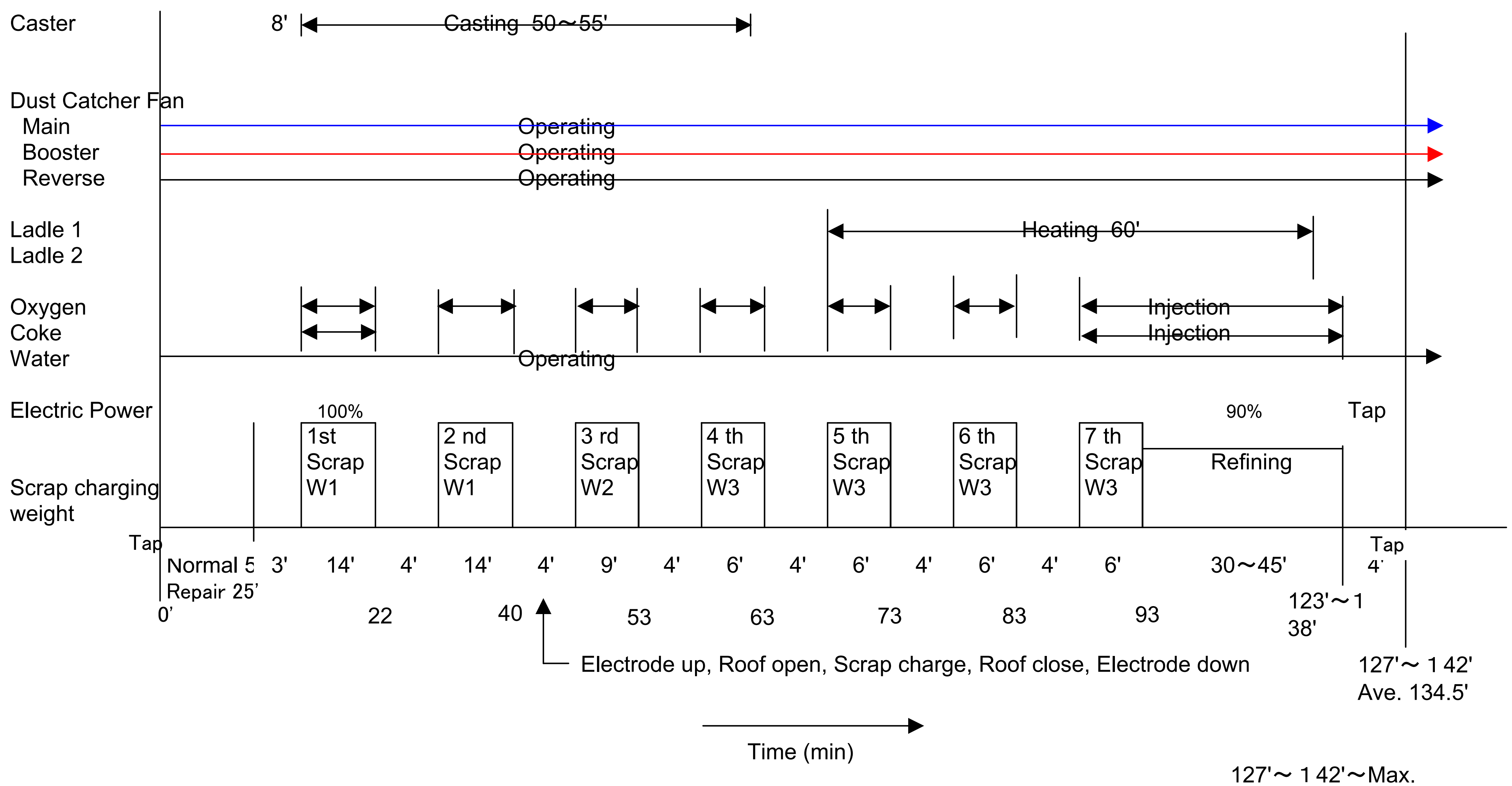
電気炉壁上部の改造が可能であるとの仮定で嵩上げが出来るとすれば、電気炉壁上部を嵩上げし 0.7m^3 大きくできれば、即ち約 0.5t/回のスクラップ量増加となる。さらに大きくして 1.4m^3 大きくできれば１t/回のスクラップ装入増が期待できる。小型電気炉の場合、このような改造でスクラップの挿入回数を１～２回減らすことを検討すべきであろう。

電気炉上部を嵩上げ工事費用：

鋼材約４t、加工費も含む	US$40000
現地改造･取付け工事費用：	US$30000
合計：	US$70000



図Ⅱ－６－２　スクラップの嵩比重と溶解時間の関係（日本の例）



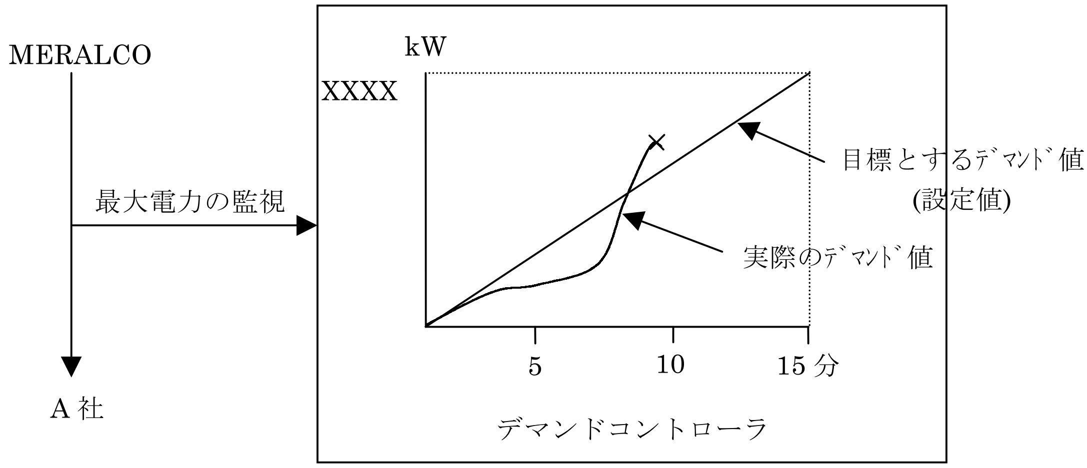
図Ⅱ－６－２　A社電気炉操業パターン

（２）受変電設備

１）デマンド電力（ピーク）の低減化による基本料金の低減化

ａ．デマンドコントローラ導入による運用方法

① 実際の最大電力（15 分デマンド値）が目標とするデマンド値をオーバーしそうであれば電気炉の負荷を抑制したり、あるいは集塵装置・PSA 設備の一部を自動遮断し、目標デマンドに収めるためのシステムである。（図Ⅱ－６－３）



×印…目標デマンドをオーバーしそうであるため、工場の負荷の
１部を制限あるいは自動遮断させる。

図Ⅱ－６－３　デマンドコントローラ法

② 制限および自動負荷遮断の対象（仮定値）

制限負荷	電気炉の負荷制限	△500kW
自動負荷遮断	PSA 設備の一時停止	△350kW
	集塵ファンの一時停止	△150kW
	合　計	1000kW

ｂ．デマンドカット（△1000kW）による予測効果

年間 11 ヶ月操業であるが、基本料金等の支払いがあることから年間使用量を 12 等分し、月あたりの計算後 12 倍して年間の費用とする。次項２）も同じ計算法を行う。

年間のメリットは　US$52620/y … 表Ⅱ－６－１による。

c．設備投資額（表Ⅱ－６－１の仮定に見合う設備として試算）

（内訳）　デマンドコントローラ　１式　US$15000

取付工事費　１式　US$10000　以上の計 US$25000

２）MERALCO 受電力率改善による力率割引

a．力率改善（98→100％）の方法

Power　Factor　Capacitor の増強をする。

所要容量は 1.5MVar である。

b．力率改善（98→100％）による予測効果

年間のメリット：　US$11940/y … 表Ⅱ－６－２による。

c．設備投資額（表Ⅱ－６－２の仮定に見合う設備として試算）

（内訳）　真空遮断器　１台　US$25000

Capacitor　１台　US$70000

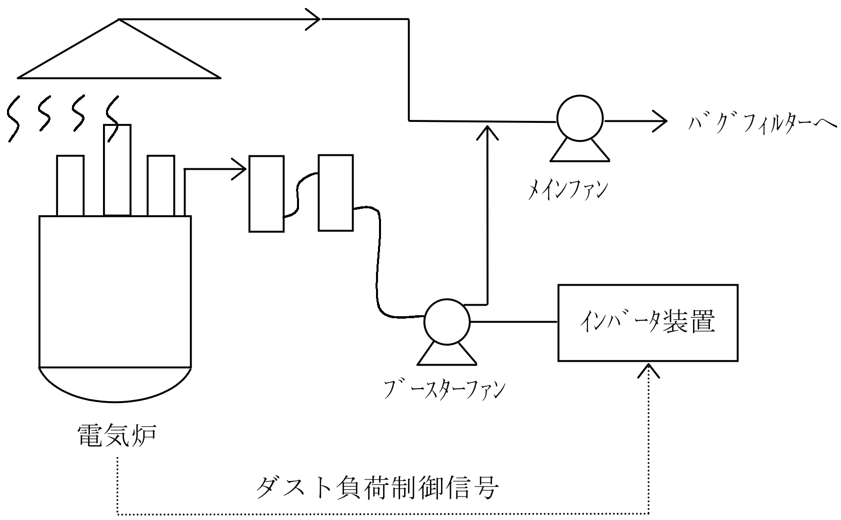
工事取付費　１台　US$5000　以上の計 US$100000

上記１)、２) は MERALCO への支払電気料金の低減化で予測効果を取りまとめたが、上記１)、２）を実施することでマクロ的には電力会社､当該工場を取巻く省エネルギー､省資源化に貢献できることになる。

（３）　集塵機ファンの回転数制御による省エネルギー

１）集塵ファンの回転数制御の方法

電気炉の操業状況、ダスト負荷を制御信号としてインバータ装置による集塵ファンの回転数制御をさせて省エネルギーをはかる。(図Ⅱ―６－４)



図Ⅱ―６－４　集塵ファンの回転数制御方法

2） 回転数制御化による予測効果

（前提条件）

・電気炉のアーク中はブースタファン回転数を100％とする。

・電気炉のアーク停止中（待機中）はブースタファン回転数を50％とする。

・Tap-to-Tap 時間は平均135分サイクル,アーク時間は平均98.5分/サイクルとし、10サイクル/日の処理をする。年間操業日は11ヶ月、330日とする。

・アーク停止中（待機中）の時間は（1440-98.5×10）min/d＝455min/d＝7.58h/d

年間での予測効果＝（Motor出力:X）×[1-(1/2)^3]×7.58h/d×330d/y×（電気代単価:Y）Peso/kWh

＝2190・X・Y Peso/y

為替ルート 1US$＝50Pesoとして US$43.8・X・Y /y

3）設備投資額 US$50000

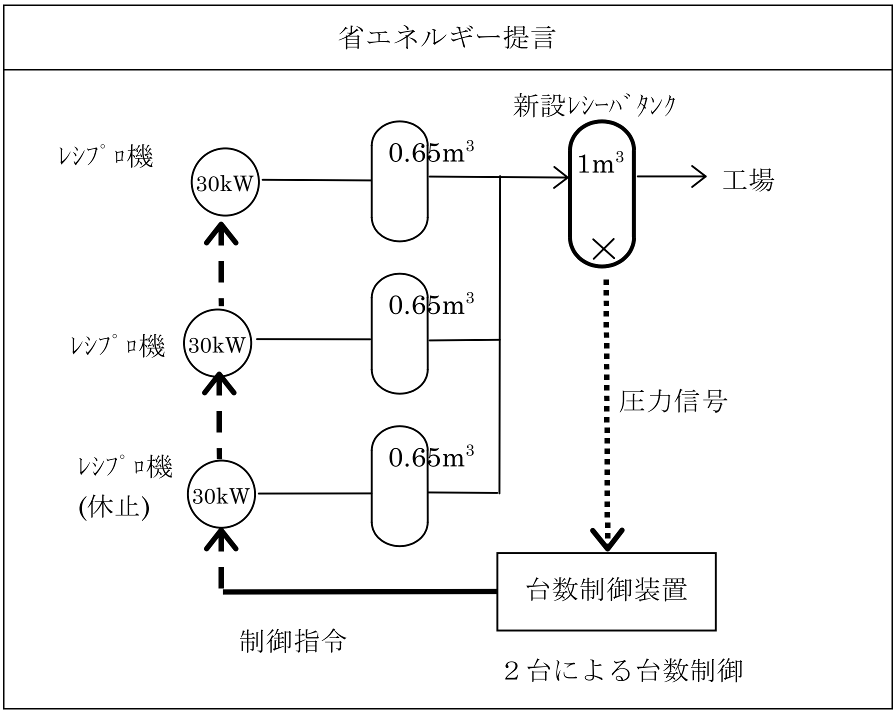
（内訳）	インバータ装置	US$38000
	取付工事費	US$12000

（４）コンプレッサー台数制御装置導入による省エネルギー

１）コンプレッサーの台数制御装置の導入について

工場で使用する圧空の必要量に応じたコンプレッサー運転台数とする。

新設タンク圧力を検知してコンプレッサーの運転台数を制御させる。ー・・・ （1→２→１→０→１台・・・）（図Ⅱ－６－５）



図Ⅱ－６－５　コンプレッサーの台数制御方法

２）台数制御装置導入による予測効果

アンロード電力＝$\sqrt{3}$×0.4kV×20×0.85×0.8（アンロード率）＝9.42kW

年間での予測効果＝9.42kW×7920h/y×4.78Peso/kWh＝356619Peso/年間

為替ルート　1US$＝50Peso として　US$7130/y

３）設備投資額　　US$23000

（内訳）	台数制御装置	US$15000
	リザーバタンク　１m^3	US$3000
	取付工事費	US$5000

<メリット計算前提、仮の数字を次の様に設定する>

契約電力　　10000kW→9000kW (10%減)
力率　　98%
電気使用量　　3000000kWh/m

表Ⅱ－６－１　Ａ社での契約電力低減による電気料金テーブル

No	項　目	現状 契約電力 10000kW	改善後 契約電力 9000kW
①	基本料金 kW×220Peso/kW	2200000	1980000
②	従量料金 kWh×1.85Peso/kWh	5550000	5550000
③	力率割引率 (実績力率-85)×0.3	3.9	3.9
④	力率割引 (①+②)×③/100	302250	293670
⑤	１次割引 (①+②)×３/100	232500	225900
⑥	為替調整 (①+②－④－⑤)×7.04/100	507954	493534
⑦	購買電力調整(PPA) kWh×2.45	7350000	7350000
⑧	月間の支払い電気料金 ①+②－④－⑤＋⑥＋⑦	15073204	14853964

契約電力低減(10000→9000kW)による月間のメリット 219240Peso/m
為替レート　1US$=50Peso として　　US$ 4385/m
年間のメリットは、　　US$ 52620/y

＜メリット計算前提＞

契約電力　　10000kW
力率　　98→100%
電気使用量　　3000000kWh/m

表Ⅱ－６－２　Ａ社での力率改善による電気料金テーブル

No	項 目	現状 力率 98%	改善後 力率 100%
①	基本料金 kW×220Peso/kW	2200000	2200000
②	従量料金 kWh×1.85Peso/kWh	5550000	5550000
③	力率割引率 (実績力率-85)×0.3	3.9	4.5
④	力率割引 (①+②)×③/100	302250	348750
⑤	１次割引 (①+②)×３/100	232500	232500
⑥	為替調整 (①+②－④－⑤)×7.04/100	507954	504680
⑦	購買電力調整(PPA) kWh×2.45	7350000	7350000
⑧	月間の支払い電気料金 ①+②－④－⑤＋⑥＋⑦	15073204	15023430

力率改善(98→100%)による月間のメリット　　49774Peso/m
為替レート　１US$=50Peso として　　US$ 995/m
年間のメリットは、　　US$ 11940/y

６．２　Ｂ社での提言と期待効果

（１）圧延加熱炉

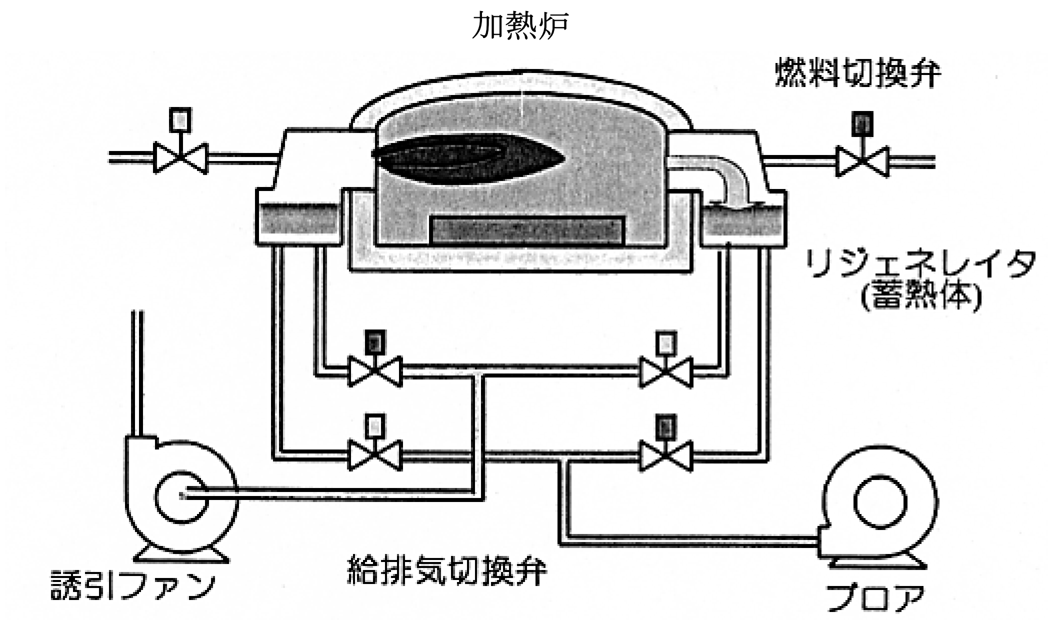
１）圧延加熱炉へのリジェネバーナーの採用

排ガス回収として燃焼用空気加熱用金属製パイプ式レキュペレーターが使われているが、更なる燃料原単位低減策としてとしてリジェネバーナーの採用がある。

燃料にはバンカーオイル（S 分：2.5%～2.9%）が使われているため S 分によるセラミックスへの影響を考慮する必要があるが、10%以上の燃料原単位の改善が可能と見られる。

現状でもかなり良い燃料原単位成績をあげているが、下図のようなセラミックスを利用したリジェネバーナー式の加熱炉に変える方法を提案する。

導入に当たっては、周辺との取合い・チェックやスペースが十分にあるか等の検討が必要である。

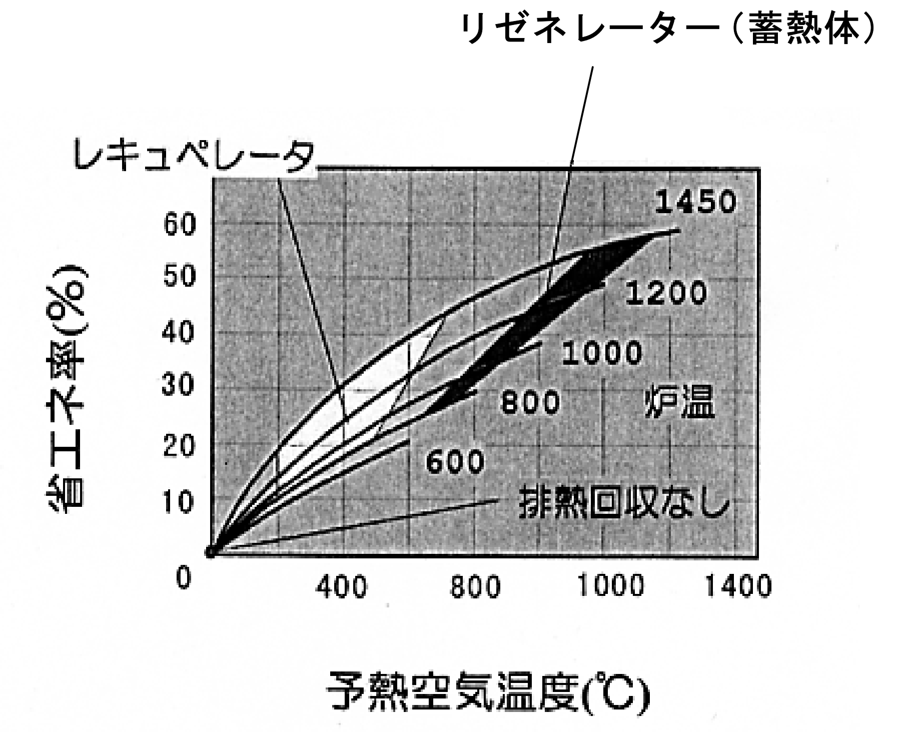


図Ⅱ―６－６　リジェネバーナーを使った加熱炉概念図

このバーナー機構は 7 章に詳しく述べているので参照してもらいたいが、高熱の予熱空気が得られる。温度効率も 85%以上を越える。

また、予熱空気温度と省エネ率の関係（日本での実績）を図Ⅱ－6－７にすが、リジェネレーターはレキュペレーターより高温の予熱空気が得られ、しかも省エネルギ

一率も10～20%も高くなっている。



図Ⅱ－６－７　セラミックス蓄熱式熱交換器を内臓したバーナーを使った圧延加熱炉

2）リジェネバーナー導入による予測効果

燃料原単位が10%減少すると考えその量は3L/tである。これに年間生産量を掛ければ年間燃料節約量が求められる。

3）リジェネバーナー導入による投資

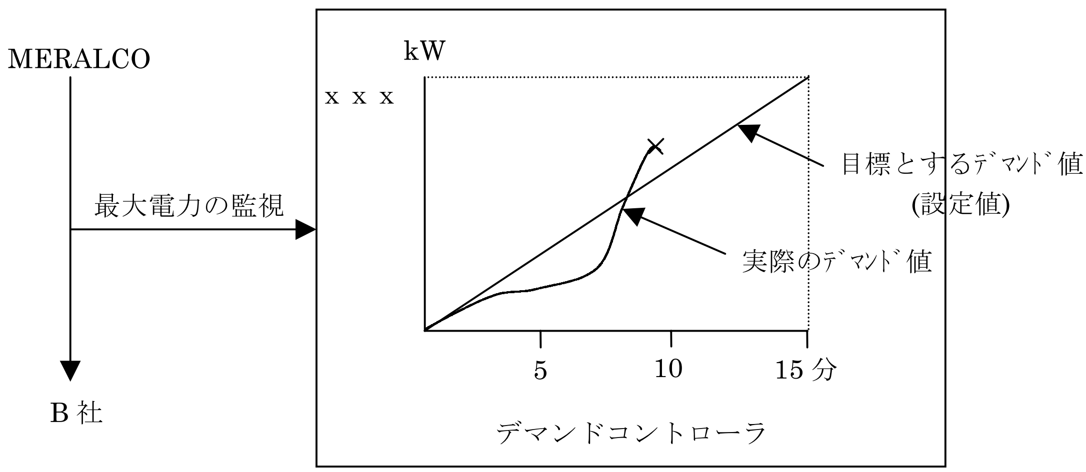
例えば、2Mcal/hのバーナーに相当するリジェネバーナーに交換する場合の設備費は日本での見積で、取りつけ工事費込みで大よそUS＄25000である。これに基数を掛ければ全体の設備費が出る。ただし、現地の改造費用は含んでいない。改造等がどの程度になるか、また設備停止期間がどうか等のエンジニアリングが必要である。

（２）受変電設備

１）デマンド電力(ピーク)の低減化による基本料金の低減化

ａ．デマンドコントローラ導入による運用方法

①　実際の最大電力(15 分デマンド値)が目標とするデマンド値をオーバーしそうであれば、パトライトによる警報させ自主的に負荷制限をし、目標とするデマンド値に収めるためのシステムである。(図Ⅱ—６－８)



×印…目標デマンドをオーバーしそうであるため、この時点でパトライトによる警報させる。
この警報で生産活動に支障のない範囲での負荷制限をし、目標とするデマンド値に収める。

図Ⅱ－６－８　デマンドコントローラ法

②　制限および自動遮断負荷の対象

診断日当日の負荷状況が不明のため特定できない。

ｂ．デマンドカット(△500kW)による予測効果

仮に、上記の負荷制限で 500kW のピークカットができたとして計算すると、以下の通りである。

年間　US$ 26630/y … 表Ⅱ-６-３による。

ｃ．設備投資額　(表Ⅱ－６－３の仮定に見合う設備として試算)

(内訳)

デマンドコントローラ	１式	US$ 15000
取付工事費	１式	US$ 10000
合計		US$ 25000

２）MERALCO 受電力率改善による力率割引

2002 年度の平均受電力率は 94.25%である。これをベースにして以下の検討を実施した。

ａ．力率改善(94.25→100%)の方法

Power Factor Capacitor の増強をする。

ｂ．力率改善(94.25→100%)による予測効果

年間　US$ 22560/y … 表Ⅱ－６－４による。

ｃ．設備投資額　(表Ⅱ－６－４の仮定に見合う設備として試算)

(内訳)

真空しゃ断器	１台	US$ 25000
Capacitor	１台	US$ 75000
取付工事費	１式	US$ 5000
合計		US$ 105000

（３）コンプレッサー台数制御装置導入による省エネルギー

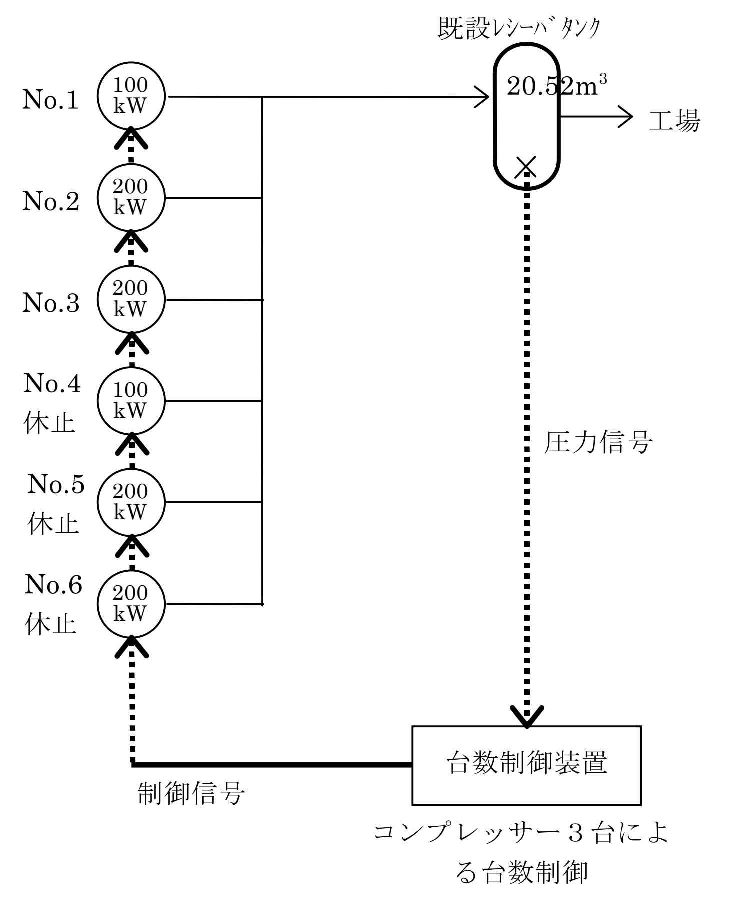
１）コンプレッサーの台数制御装置の導入について

工場で使用する圧空の必要量に応じたコンプレッサー運転台数とする。

既設タンク圧力を検知して、コンプレッサーの運転台数を制御させる。

（１→２→３→２→１台………）　(図Ⅱ―６－９)

省エネルギー提言



図Ⅱ—６－９　コンプレッサー台数制御方法

ｂ．台数制御装置導入による予測効果

診断日当日は工場休業中で、コンプレッサーの運転状況、とりわけ各コンプレッサーのロード/アンロード状況が把握できなかった。

予測効果の計算は不可である。

ｃ．設備投資額　US$ 25000

(内訳)

台数制御装置	US$ 15000
取付工事費	US$ 10000
合計	US$ 25000

<メリット計算前提、仮の数字を次の様に設定する>

契約電力　8000kW→7500kW
力率　94.25%
電気使用量　1800000kWh/m

表Ⅱ-６-３　Ｂ社での契約電力低減による電気料金テーブル

No	項　目	現状 8000kW	改善後 7500kW
①	基本料金 kW×220Peso/kW	1760000	1650000
②	従量料金 kWh×1.85Peso/kWh	3330000	3330000
③	力率割引率 (実績力率-85)×0.3	2.775	2.775
④	力率割引 (①+②)×③/100	141248	138195
⑤	１次割引 (①+②)×３/100	152700	149400
⑥	為替調整 (①+②－④－⑤)×7.04/100	337642	330345
⑦	購買電力調整(PPA) kWh×2.45	4410000	4410000
⑧	月間の支払い電気料金 ①+②－④－⑤＋⑥＋⑦	9543694	9432750

契約電力低減(7775→7275kW)による月間のメリット　110944Peso/m
為替レート　1US$=50Peso として　US$ 2219/m
年間のメリットは、　US$ 26630/y

<メリット計算前提>

契約電力　8000kW

力率　94.25→100%

電気使用量　1800000kWh/m

表Ⅱ－６－４　Ｂ社での力率改善による電気料金テーブル

No	項 目	現状 力率 94.25%	改善後 力率 100%
①	基本料金 kW×220P/kW	1760000	1760000
②	従量料金 kWh×1.85P/kWh	3330000	3330000
③	力率割引率 (実績力率-85)×0.3	2.775	4.5
④	力率割引 (①+②)×③/100	141248	229050
⑤	１次割引 (①+②)×３/100	152700	152700
⑥	為替調整 (①+②－④－⑤)×7.04/100	337642	331461
⑦	購買電力調整(PPA) kWh×2.45	4410000	4410000
⑧	月間の支払い電気料金 ①+②－④－⑤＋⑥＋⑦	9543694	9449711

力率改善(94.25→100%)による月間のメリット　93983Peso/m

為替レート　1US$=50Peso として　US$ 1880/m

年間のメリットは　US$ 22560/y

６．３　省エネルギー効果のまとめ

以下の数字は仮定が多く、目安として示していることに留意してもらいたい。

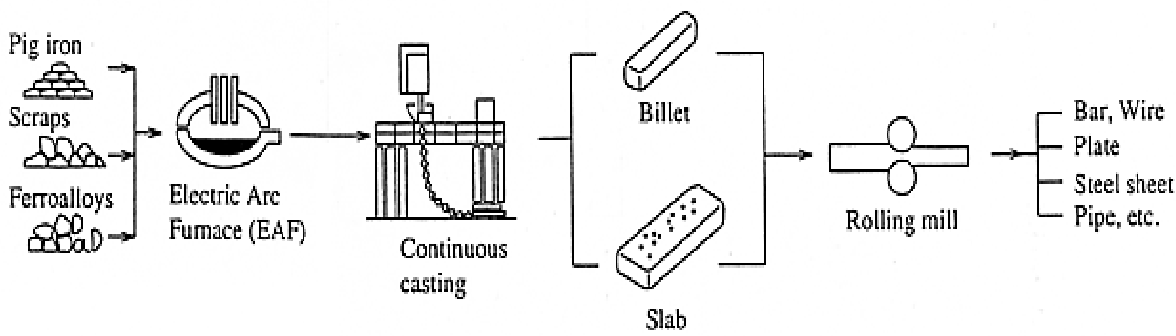
会社名 / 項 目	A 社		B 社	
	US$/y 予測効果	US$ 設備投資額	US$/y 予測効果	US$ 設備投資額
１．電気炉の処理時間の短縮化	△10kWh/t	70000	―	―
２．加熱炉排ガスの熱回収	―	―	燃料△10%	25000 ×バーナー基数
３．集塵ファンの回転数制御化	△43.8XY X: Motor(kW) Y: 電気代 (Peso/kWh) （＝△約 3.6 kWh/t に相当）	50000	―	―
４．受変電設備のデマンドコントロール	52620	25000	26630	25000
５．力率改善	11940	100000	22560	105000
６．エアコンプレッサーの台数制御	7130	23000	―	25000

７．省エネルギー推進ガイドラインと診断マニュアル

７．１ 製造プロセスの概要

電炉工場は主としてスクラップを原料として使用し、一貫製鉄所の様に鉄鉱石を還元するプロセスがないため粗鋼t当たりエネルギー原単位が低く、スクラップ価格に大きく影響されるが一般に生産コストも低い。電炉ではスクラップ中に含まれるCu、Cr、Niなどの不純物を取除くことはできないので、純度の高い高品質鋼を生産するには不向きであるが、鉄鋼製品のリサイクル率の向上に寄与し製品コストが安いので、今後もそのシェアを拡大していくものと予想される。ここでは、電炉工場の特徴ある設備として電気炉と圧延加熱炉をとりあげ説明する。

図Ⅱ－７－１に電気炉工場における原料および製品の流れを示す。



図Ⅱ－７－１　電気炉工場における原料および製品の流れ

（１）電気炉

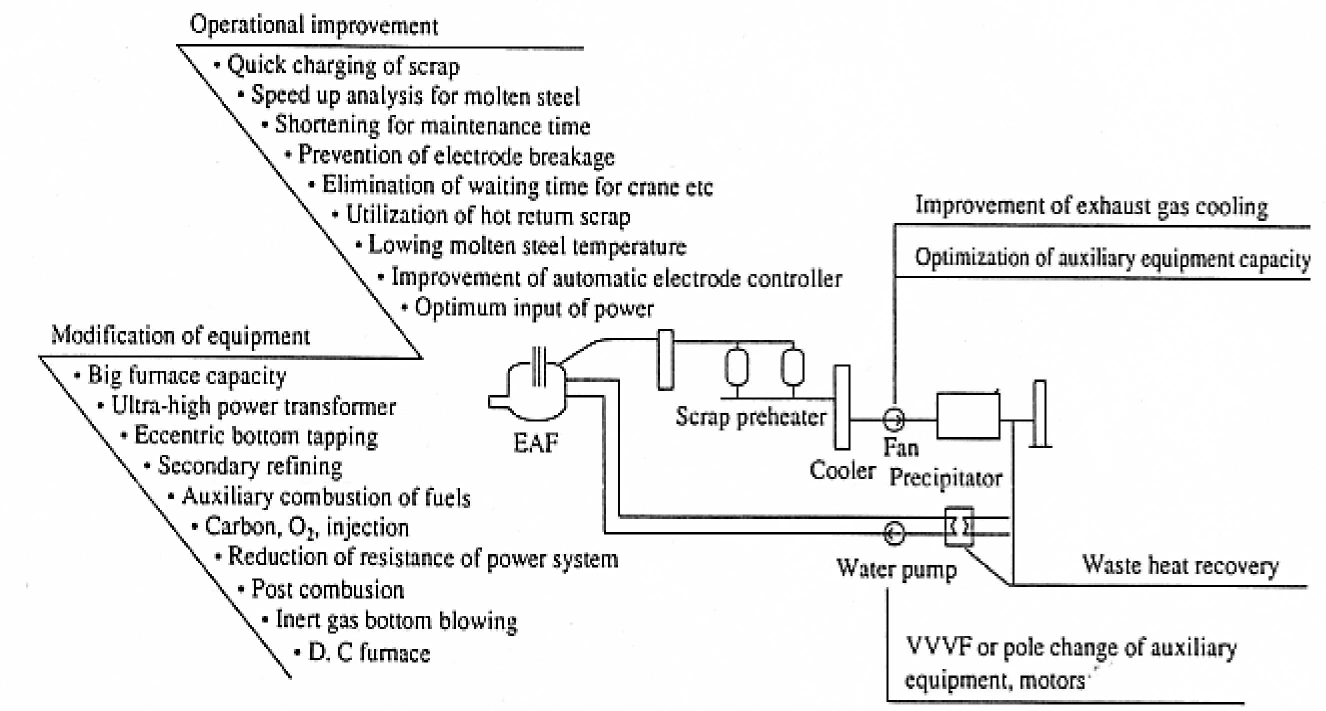
１）電気炉製鋼工程

製鋼工程では電気炉でスクラップを加熱・溶解・還元した後 (必要あれば引きつづき二次精錬装置で脱ガス処理などを行う) 、溶湯は連続鋳造設備 (CC)に送られ鋼片が製造される。

製鋼工程でのエネルギー使用量は電炉工場全体の約75%を占め、この製鋼工程の中では電気炉使用のエネルギーが最も多く大部分を占めている。

電気炉内では炉内スクラップが、スクラップと電極の間で発生するアーク熱とスクラップ内で発生する電気抵抗熱により加熱・溶解されるが、通常三相交流電力がその主要エネルギー源である。

図Ⅱ－７－２に電気炉工程のフロー図および省エネルギー対策を示す。



図Ⅱ－７－２　電気炉工程フロー図および省エネルギー対策

２）操業改善・設備改善による省エネルギー

製鋼工程において、めざましい省エネルギー成果をあげたのは、連続鋳造比率の向上、並びに重油・カーボンなどの補助燃料吹込みおよび酸素吹込み等による電気炉の生産性向上によるところが大きい。電気炉には集塵機や冷却水ホンプなどの補機があるが、この省エネルギーは他の設備と共通する技術であるので説明は省略し、主として電気炉本体のエネルギー原単位改善方法について説明を加える。

電気炉は大量の電力を消費する。その電力は発電所での正味熱効率 35.1%で燃料から電力に転換されたと仮定すると電力 1kWh は 10,258kJ (2,450kcal) と等価と考えられる。電気炉の溶鋼製造コスト低減のために、以下に記載するような電力原単位低減対策がとられている。その効果を１kWh=10,258kJ (2,450kcal) で評価すると、コスト低減対策は同時に省エネルギー対策でもあったことがわかる。

通常電気炉には冷却水による熱損失、炉体放散熱損失など固定損失がある。電気炉の投入エネルギーを増やし、Tap-to-tap 時間を短縮出来れば、いいかえれば投入エネルギー量を増加し生産性 (単位時間当たりの出鋼量) を増加できると固定損失の比率が下がり、エネルギー原単位を低下できるので、生産性向上は電気炉の省エネルギーの有力な手段と言える。表Ⅱ－７－１に電気炉の熱収支表 (例) を示す。

なお、電気炉エネルギー収支の理論的解析に関しては、 1kWh ≒ 860kcacl=3,600kJ を使用する。

表Ⅱ－７－１　電気炉の熱収支表

Mcal/t tapping

Heat input			Heat output		
	10^3 kcal/t	%		10^3 kcal/t	%
Heat by electric power	302	50.2	Sensible heat of molten steel	342	56.8
Combustion heat (Fuel)	41	6.8	Sensible heat of slag	52	8.6
Oxidation heat of electrode	20	3.3	Heat loss by exhaust gas	71	11.8
Oxidation heat of charged raw materials	197	32.7	Heat loss by cooling water	62	10.3
			Heat loss of transformer and secondary conductor	22	3.7
Heat of slag formation	12	2.0			
Heat recovered by preheater	15	2.5			
Others	15	2.5	Others	53	8.8
Heat input total	602	100	Heat output total	602	100

Heat input			Heat output		
	10^3 kcal/t	%		10^3 kcal/t	%
Heat by electric power	373	59.1	Sensible heat of molten steel	340	53.9
Combustion heat (Fuel)	25	4.0	Sensible heat of slag	47	7.4
Oxidation heat of electrode	26	4.1	Heat loss by exhaust gas	111	17.6
Oxidation heat of charged raw materials	192	30.4	Heat loss by cooling water	30	4.8
			Heat loss of transformer and secondary conductor	28	4.4
Heat of slag formation	11	1.8			
Heat recovered by preheater	–				
Others	4	0.6	Others	75	11.9
Heat input total	631	100	Heat output total	631	100

電気炉の生産性を向上させるため以下の方策がとられている。

・トランス容量の増加

・助燃バーナーの活用、酸素吹込み、粉体吹込み並びにスクラップ予熱などによる電力原単位の低減

・非通電時間の短縮

・熱効率の向上

・二次精錬設備の導入

次にこれらの各項目について説明を加える。

a. トランス容量の増加

近年、電気炉のトランス容量は大型化の一途をたどり、RP (Regular Power) → HP (High Power) → UHP (Ultra High Power) 化がすすめられた。表Ⅱ－7－2に炉容とトランス容量の関係を示す。

この様にトランスを大型化し大電力を投入できるようになったのは、①UHP用電極の製造技術の向上、② 炉壁・天井の水冷化技術と耐火物技術の向上による耐熱性の向上、③ スラグフォーミング技術等操業技術の向上および④ 残湯操業による溶解初期におけるアークの安定化、の４技術が寄与している。

b. 電力原単位の低減

① 助燃バーナー

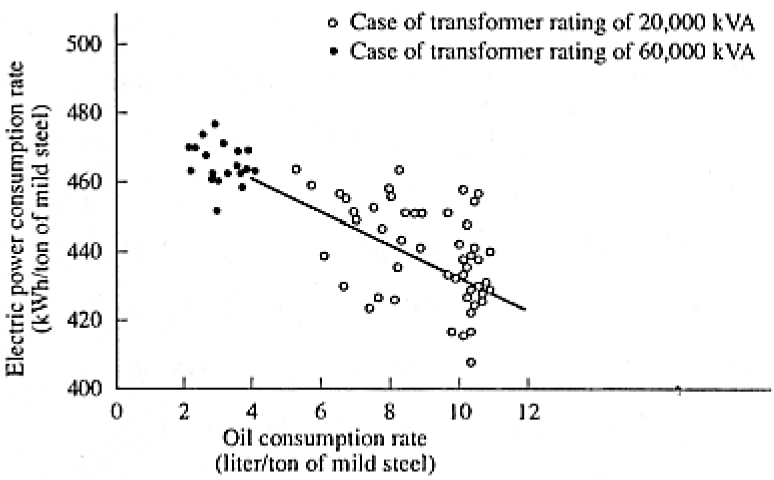
助燃バーナーを設け灯油・重油・天然ガス等を用い、同時に必要量の酸素を供給してスクラップの昇熱・溶解を促進する。通常コールドスポットに向けてバーナーが設けられる。

図Ⅱ―７－３に重油バーナーによる電力原単位低減効果、図Ⅱ―７－４に助燃バーナーの設置例を示す。助燃バーナーの効果は５～９kWh/L-oil である。

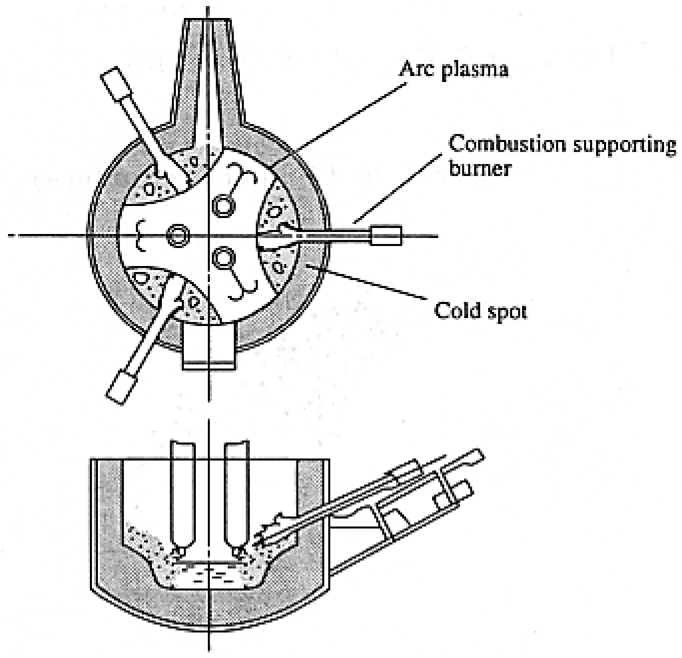
表Ⅱ－７－２　電気炉容とトランス容量の関係

Nominal capacity of furnace	Outside diameter of furnace core	Metal bath depth	Diameter of electrode	Capacity of transformaer [MV·A]			Secondary voltage (RP furnace)
[10^3 kg]	[m]	[mm]	[mm]	RP	HP	UHP	[V]
2	2.178	300	175	1.5	–	–	180/80
5	2.743	400	200 - 250	3	5	–	200/100
10	3.353	400	300 - 350	5	7.5	–	220/100
20	3.962	450	350 - 400	7.5	12	15	240/100
30	4.572	650	400 - 450	12	18	22	270/120
50	5.182	750	450 - 500	18	25	30	330/130
60	5.486	850	500	20	27	35	400/130
70	5.791	850	500	22	30	40	400/130
80	6.096	900	500	25	35	45	430/140
100	6.400	950	500 - 550	27	40	50	460/160
120	6.706	1,000	550 - 600	30	45	60	500/200
150	7.010	1,000	600	30	50	70	500/200
170	7.315	1,050	600	35	60	80	500/200
200	7.620	1,100	600	40	70	100	560/200
400	9.754	1,200	700	–	–	150	

Notes: RP: regular power, HP: high power, UHP: ultra-high power
Source: Cast Product Handbook, 4th Edition, edited by Japan Cast Product Association



図Ⅱ—７－３　重油バーナによる電力原単位低減効果

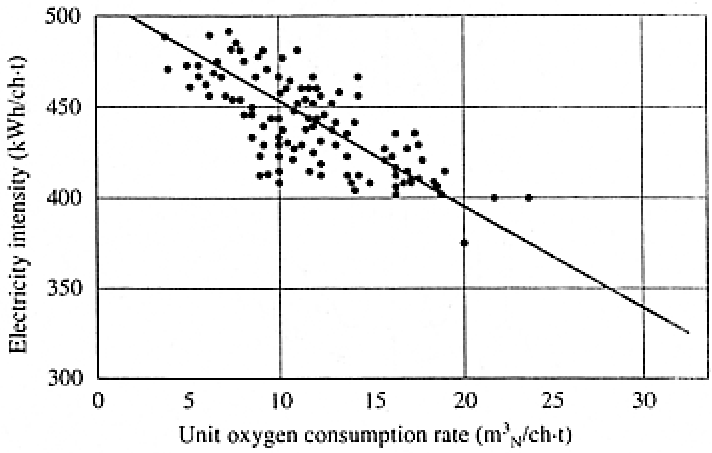


図Ⅱ―７－４　助燃バーナ設置例

②　酸素吹込み操業

酸素吹込み操業は、スクラップや溶鋼に直接酸素を吹きつけ、スクラップカッティングおよび Fe 酸化反応を促進させ、加熱・溶解速度を向上させる効果がある一方、出鋼歩留りが悪くなる欠点があった。この欠点を解決するために開発されたのがカーボン・インジェクションで、現在は① 助燃バーナ、② 酸素吹込み、③ カーボン・インジェクションを効果的に組み合わせて電力原単位を低減させている。酸素 $1m^3_N/t$ 当たり電力 5.5kWh の低減効果があるが、$20m^3_N/t$ 以上ではその効果は半減し、更に増加させると酸化ロスが増え逆効果になる。

図Ⅱ－７－５に酸素吹込みの効果を示す。



図Ⅱ－７－５　酸素吹込み効果

③　カーボンおよびアルミ灰などのインジェクション

電力によるスクラップ溶解と並行して炉内に酸素とコークス粉を吹き込むと、Fe、C の酸化発熱によりスクラップ溶解を促進させ、メルトダウン後はスラグ中の FeO と C が反応してできた CO ガスがスラグの泡立ち (Foaming) 現象を起こさせ、サブマージドアーク化によりアークの輻射熱が炉壁に伝わるのを防ぎ、電力投入効率を向上させる。

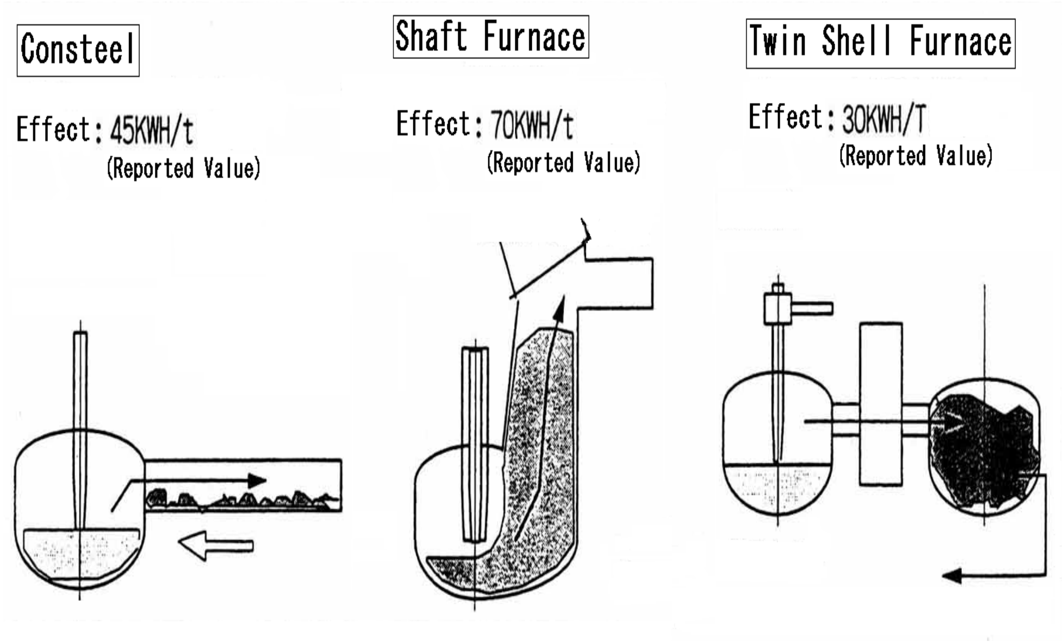
このサブマージドアーク化により高力率操業と大電力投入が可能になり、電力原単位の向上・炉壁寿命の延長・出鋼歩留りの向上が達成された。

近年助燃材の一部としてアルミ灰が使用されている。アルミ灰は、金属アルミを 30～ 40%含んでおり、このアルミ灰の酸化反応熱により電力原単位が低減出来,その低減効果は 4～ 6kWh/kg アルミである。更にアルミ灰の添加は鋼中の C と酸素の急激な反応を防止し突沸を防止する効果がある。

④　スクラップの予熱

スクラップ予熱は電気炉の主たる熱損失源である排ガス顕熱を利用してスクラップを予熱するもので、従来はスクラップを充填した装入バケットを排ガス系に複数設置した予熱槽に入れ乾燥・予熱する方法がとられていた。効率および処理時間短縮の観点から、現在はスクラップを電気炉上の排ガス系中に直接装入して予熱する方式や２つの電気炉を交互に使うやり

方が行なわれるようになってきた（（3）項参照）。図Ⅱ－７－６にスクラップ予熱の概念図を示す。



図Ⅱ－７－６　スクラップ予熱の概念図

これらの電力原単位低減効果例をまとめて表Ⅱ－７－３に示す。

表Ⅱ－７－３　電力原単位低減効果例

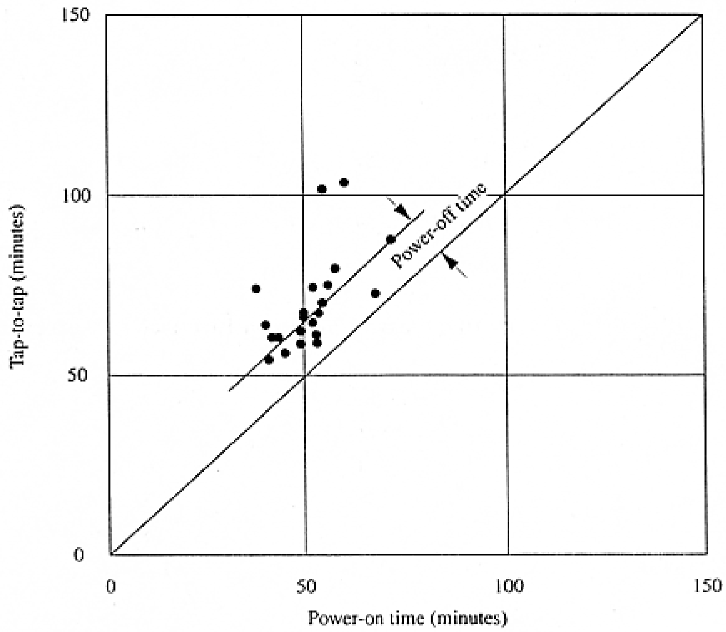
Oxygen	0 ～ 20 m^3_N/t	5.5kWh/m^3_N
	> 20 m^3_N/t	2.7kWh/m^3_N
Oil	0 to 5L/t	9.0kWh/L
Natural Gas		8.5kWh/m^3_N
Coke		3.0～8.3kWh/kg
Aluminum dross		5.0kWh/kg-Aluminum
Scrap pre-heater		20 ～ 40kWh/t

c. 非通電時間の短縮

Tap-to-tap 時間を短縮するには、次の様な非通電時間の短縮対策を並行して進める必要がある。Tap-to-tap 時間と非通電時間の実績調査を行った１例を

図Ⅱ－７－７に示す。

① 炉蓋の昇降・旋回、電極昇降の高速化などによるスクラップチャージ時間の短縮
② 電極接続時間の短縮
③ 炉壁の水冷化による炉の耐熱性向上および炉補修期間の短縮
④ EBT (Eccentric bottom tapping) 炉化、台車受鋼方式による出鋼時間の短縮



図Ⅱ－７－７　電気炉の Tap-to-tap 時間と非通電時間の関係

d. 熱効率の向上

EBT 炉の採用、電力投入の電算機制御、スラグフォーミング技術、ガス底吹き、炉内 2 次燃焼法などが熱効率向上に寄与する。DC 炉は直流アークと電磁力による溶鋼攪拌によって熱効率が上昇する (電力原単位が交流アーク炉より低い)といわれている。

e. 2 次精錬設備の導入

LF (Ladle furnace) 等、取鍋内で精錬する設備を付加することにより、温度・成分の的中率を向上させるとともに、CC 操業の安定化や鋼片・鋼塊の品質

向上に効果が上がっている。

特に電気炉と取鍋精錬の機能を分離することにより、電炉からの出鋼温度の低下・Tap-to-tap 時間の短縮・CC 連々鋳比率の向上等の効果があがっている。しかし、LF を必要としない鋼種に LF を使用してもかえってデメリットになるので注意を要する。

f. 出鋼温度の低下、電気炉稼働基数の削減

下流工程 (主として CC) の高速化をはかり、炉および取鍋を大型化すると取鍋および取鍋内溶鋼からの放散熱が相対的に低減する。この放散熱量に相当する出鋼温度が低下出来るので電炉の電力原単位を低減できる。出鋼温度10℃低減により電力原単位は３kWh/t 低下する。

電気炉出鋼完了より CC 鋳込み完了までの時間を 150 分から 100 分に短縮できると、電力原単位が 50kWh/t 下がるといわれているように、CC の高速化の効果は生産性増と電力原単位低減に効果がある。

生産量を維持したまま電気炉の稼働基数を 1 基減らすことが出来れば非常に大きな省エネルギーが達成でき経済効果も大きい。したがって複数基の電気炉を有する場合は常に稼動炉基数の減少を念頭におくべきである。稼動基数減少のためには稼動対象炉の必要な Tap-to-tap 時間を求め、これを実現すべく諸改善を行う必要がある。稼動炉数の減少は大幅なコスト削減 (エネルギー削減) になるので、稼働基数の減少は省エネルギーの手段としてよく行われている方法である。

g. 電力投入の計算機制御 (投入電力量の最適化)

電圧･電流の自動制御は省エネルギー上効果があることはいうまでもないが、電極消費原単位の向上などコスト低減にも効果があるので、ほとんどの炉に採用されている。

h．冷却水による熱損失熱の低減

冷却水による熱損失は電気炉の入熱の 10%強を占めており、この損失を低減させることが電気炉の大きな省エネルギー課題になっている。

炉体の水冷化は、炉の大型化と UHP 化の推進に大きく寄与し、水冷による熱損失以上に電気炉の省エネルギーに役立っている。しかし水冷化面積を増加しすぎたため冷却水による熱損失が増大し、電力原単位が悪化し Tap-to-tap 時間が短縮できない例もあり、今後は水冷化面積の見直しが省エネルギーテーマの一つになると思われる。

i. Tap-to-tap 時間と電力原単位の関係

電気炉の Tap-to-tap 時間と電力原単位の関係は表Ⅱ－７－４に示すとおりである。

表Ⅱ－７－４　Tap-to-tap 時間と電力原単位の関係

Tap-to-tap time	Electricity intensity
180 minutes	550 to 600 kWh/t
120 minutes	480 to 520 kWh/t
90 minutes	430 to 470 kWh/t
70 minutes	380 to 420 kWh/t
60 minutes	360 to 400 kWh/t

３）排熱回収および設備の近代化

a. 改良型電気炉

電気炉を２基設置し、加熱・溶解用炉とスクラップ予熱炉の機能を交互に持たせるツウィンシェル炉や、スクラップを連続加熱するシャフト炉など、スクラップを全量予熱した後加熱・溶解し、電力原単位 20%減を目標にした新プロセスが数機種提案され、すでに操業を開始したプラントがある。まだ結果が公表されていないが 250kWh/t 以下の電気炉が出現する日が近いと思われる。

b. 排熱回収

電気炉冷却水および電気炉排ガスより温水熱回収が出来る。しかし日本の電炉工場では排熱回収した温水の利用法、回収コストの点からまだ実施例はない。

（２）圧延加熱炉

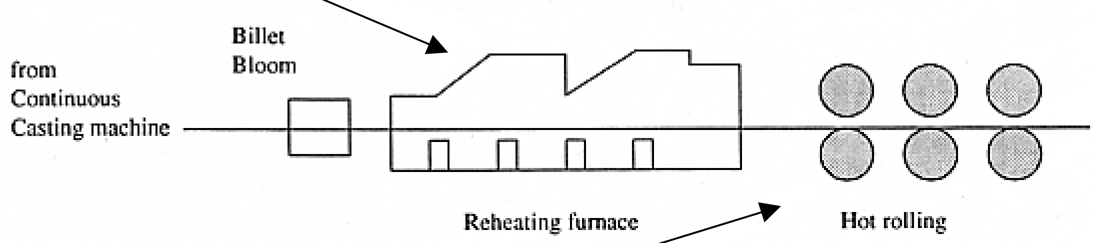
１）圧延工程

圧延工程は鋼片 (ビレット、ブルーム、スラブ) を加熱炉で所定の温度まで加熱したのち、圧延機で圧延し、目的の形状およびサイズに加工するプロセスである。

通常電気炉工場の圧延の主要製品は、形鋼・棒鋼・線材などの１次圧延製品が大部分である。

図Ⅱ－７－８に１次圧延工程のフロー図および省エネルギー対策を示す。

- Improvement of air/fuel ratio
- Improvement of recupirator heat recovery
- Extraction of billet at a lower temperature
- Improvement of heat pattern
- Hot charge rolling/Hot direct rolling
- Improvement of heat loss, cooling water loss
- Improvement of heat transfer
- Improvement of production plan
- Optimization of combustion air fan capacity



- Improvement of yield
- Optimization of auxiliary equipment, Capacity (cooling water pump, Mill motor fan, etc)
- Increase of productivity
- Prevention of idling

図Ⅱ－７－８　１次圧延工程のフローおよび省エネルギー対策

以下１次圧延工程でエネルギーを最も多く消費している加熱炉の省エネルギー対策に関し説明する。

２）操業改善・設備改善による省エネルギー

１次圧延工程で使用するエネルギーは、燃料が 60%、残りを電力や蒸気が占めているが、めざましい省エネルギー成果をあげたのは加熱炉の燃料原単位の低減である。石油ショック以前は加熱炉の燃料原単位は 450Mcal/t を越える炉が多かっ

たが、最近では200Mcal/t以下の炉が出現している。

表Ⅱ－７－５に加熱炉の熱収支例を示す

表Ⅱ－７－５　加熱炉の熱収支例

Charged slab temperature : cold　　Example 1
Charged billet temperature: hot　　Example 2

(Example 1)

Heat Input	Mcal/t	(%)	Heat Output	Mcal/t	(%)
Combustion heat of fuel	318.7	(97.6)	Heat content of extracted slab	194.8	(59.7)
Sensible heat of fuel	0	(0)	Sensible heat of scale	2.1	(0.6)
Heat content of charged slab	0	(0)	Sensible heat of exhaust gas	33.3	(10.2)
Scale formation heat	8.0	(2.4)	Heat of cooling water	43.8	(13.4)
			Heat loss	52.7	(16.1)
Heat recovered by recuperator	(62.7)	((19.2))	Heat recovered by recuperator	(62.7)	((19.2))
Total	326.7	100	Total	326.7	100

Overall heat efficiency = {194.8/(318.7 + 8.0)} × 100 = 59.6 %

(Example 2)

Heat Input	Mcal/t	(%)	Heat Output	Mcal/t	(%)
Combustion heat of fuel	168.8	(65.6)	Heat content of extracted billet	174.9	(67.9)
Sensible heat of fuel	0.3	(0.1)	Sensible heat of scale	3.1	(1.2)
Heat content of charged billet	73.9	(28.7)	Sensible heat of exhaust gas	30.7	(11.9)
Scale formation heat	13.2	(5.1)	Heat of cooling water	41.9	(16.3)
Sensible heat of atomizer	1.3	(0.5)	Heat loss	6.9	(2.7)
Heat recovered by recuperator	(16.7)	((6.5))	Heat recovered by recuperator	(16.7)	((6.5))
Total	326.7	100	Total	257.5	100

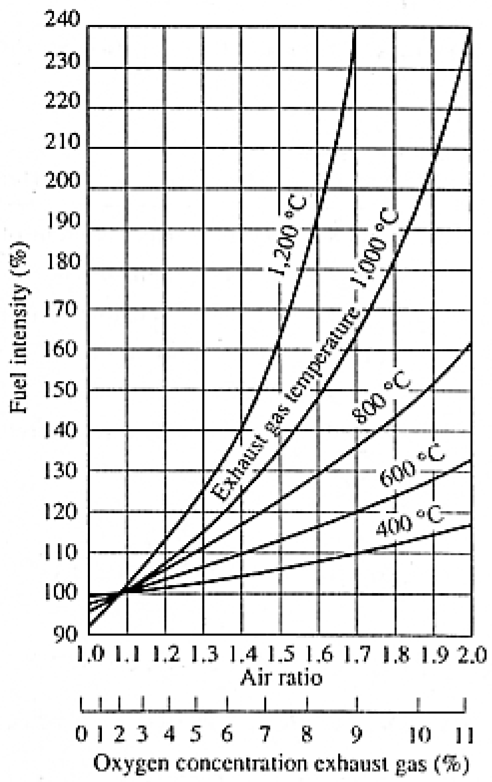
Overall heat efficiency = {174.9/(168.8 + 0.3 + 73.9 + 13.2 + 1.3)} × 100 = 67.9 %

加熱炉を大別するとバッチ式と連続式がある。バッチ式は主に特殊な形状のものを再加熱する炉で、大量生産用には連続式が主流である。連続加熱炉にはプッシャー式、ウォーキングビーム式、ウォーキングハース式などがある。プッシャー式は建設費が安く150t/h以下の小型炉に採用されているが、大型炉にはウォーキングビーム式が使われている。ウォーキングハース式は、丸鋼片など特殊なものの加熱や熱処理に使用されている。

炉の熱効率を低下させる要因としては、排ガス熱損失等の炉の通常操業時に発生する熱損失のほか、材料待ち・圧延機トラブルなどの外部要因に基づく保熱や昇熱のためのため消費される熱損失がある。保熱や昇熱には予想以上に多量の熱量を必要とするので注意が必要である。他に圧延速度 (加熱炉の負荷率) 等が熱損失に与える影響も無視できない。
以下に省エネルギー対策について説明する。

a. 燃焼空気比の改善

燃焼空気比を適正に保つとともに、炉内圧力制御装置を調整し炉外からの侵入空気量を削減する。図Ⅱ－７－９に空気比と燃料原単位の関係を示す。例えば排ガス温度500℃で空気比1.5を空気比1.2に下げると燃料を９％低減できる。



図Ⅱ－７－９　空気比と燃料原単位の関係

b. 排熱回収の強化

空気予熱器 (レキュペレータ) は伝熱面が汚れると、著しく性能が劣化し燃料原単位が悪くなる。したがって、定期的に簡易熱精算を行ない新設当初の

温度効率を維持するようにつとめる必要がある。

性能が回復しなければ原因に応じ空気予熱器を補修・増強またはリプレースする。

c. 低温抽出

加熱炉から鋼片をより低温で抽出すると、燃料原単位が下がるが電力原単位は上昇する方向となるので、両者の影響を充分分析、最適温度で抽出するようにし、省エネルギーを図る必要がある。またこの場合スキッドマークにも注意を払う必要がある。もし低温度でも抽出が可能であれば抽出温度低下10℃当たり３～５Mcal/t 程度の燃料原単位低減が期待できる。

d. ホットチャージ率の向上

冷鋼片だけを加熱する加熱炉の設計燃料原単位は 300Mcal/t～400Mcal/t 程度であるのに対し、異形棒鋼だけを生産している電炉工場では 200Mcal/t 以下の燃料原単位で操業している圧延加熱炉が数多くある。これは連続鋳造設備 (CC) で生産された高温鋼片をそのまま圧延加熱炉にチャージ (Hot charge rolling= HCR という) したり、あるいは圧延機でそのまま圧延 (Hot direct rolling = HDR という) しているからである。

ホットチャージを実施するに当たって、CC と加熱炉鋼片装入機が近接していることが望ましいことはいうまでもないが、CC と圧延能力の間に差があるので 100%ホットチャージすることは困難である。したがって通常バッファー機能として高温連鋳ビレットを一時的に貯蔵する保温ボックスが設けられている。保温ボックスは、断熱材でライニングした鋼板構造の箱で、ビレットの出入のための移動可能なカバーを有している。

ホットチャージによる省エネルギー量は装入温度 100℃当たり約 20Mcal/t である。

e. 放射・伝熱などによる熱損失の防止

最近設備される炉は比熱が小さい軽量なセラミックファイバーで炉壁が構成されており、断熱効果が優れているとともに蓄熱量も小さく、炉壁からの熱損失が改善されている。

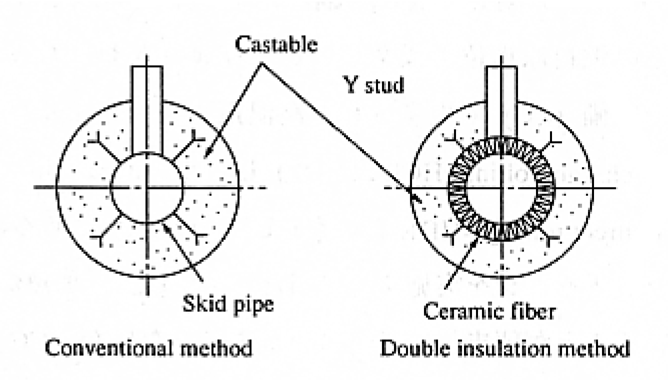
既設炉炉壁がレンガで構成されている場合であっても、炉の内側壁に厚さ50mm のセラミックファイバーを新たに張りつけることにより、放熱量・蓄熱量ともに 30～ 40%程度低下させることが出来る。

f. 開口部からの熱損失の防止

開口部があると炉内の熱は放射熱として炉外に逃げまた燃焼ガスもれも熱損失になるので、出来るだけ開口部を小さくするように改善する。

g. 冷却水からの熱損失の防止

連続加熱炉では水冷スキッドパイプの冷却損失熱が燃料原単位の 10～ 15%を占めていた。この冷却損失熱を減少させるためスキッドの二重断熱方法が開発され、新設炉はもちろん既設炉でも採用され、熱損失は半減している。その改善例を図Ⅱ－７－10 に示す。



図Ⅱ－７－10　水冷スキッドパイプの二重断熱方法

h. 炉内伝熱の効率化

炉内の鋼材は主として (約 95%以上) 燃焼ガスの熱放射 (CO_2、H_2O のガス放射と炎中に含まれる高温の炭素微粉子群による固体放射) により加熱されるので、いわゆる「ガス有効厚さ」 (Optical thickness of gas) を厚くとる必要があり、能力に応じた規定の大きさの炉内容積が必要である。

したがって必要炉内容積が確保されているかどうか検討し、もし不足していれば炉内に伝熱促進用の仕切り壁を設けて炉の形状を若干変更するなどの工夫が必要である。この他高温ガスが炉上部側だけ流れて炉下部側のガス温度が下がっていて輻射伝熱量を落としている場合もあるので、垂直方向の炉内温度均一化の対策も検討する必要がある。

i. 外部要因による熱損失の防止

加熱炉の空燃比などの管理が適正に行われている場合、決められた範囲の加

熱速度 (t/h) で連続操業することができれば、燃料原単位はかなり良いレベルに維持できる。

しかし、実際の操業では前後の工程との関係から、高い加熱速度や低い加熱速度で操業せざるを得ないとか、長時間保熱し続けざるを得ないケースが発生する。このため年間平均の燃料原単位が著しく悪くなることがある。

この様な事態が発生した場合はその要因を取除くアクションが必要になり、生産計画そのものの変更改善が必要な場合も発生する。

例えば、前後の工程と生産速度の調整を行ない、前後の工程のトラブル対策を講ずることにより、加熱炉を計画的に操業できるように改善し、併せて加熱炉の保熱・昇熱基準を定め管理する様にすると熱量原単位はかなり向上する。また圧延ラインが複数 (したがって加熱炉も複数ライン) あっていろいろな製品を作っている場合、連続鋳造設備の生産能力と圧延ラインの生産能力がマッチしない事が多く、ある圧延ラインがしばしば停止せざるを得ない事態が発生するが、この様な事態が定常的に発生し生産計画作業手順の調整等では対応できないような場合、少なくとも加熱炉の断熱材をセラミックファイバーに取替える等の手段により放熱損失および蓄熱損失を減らす等の対策が不可欠である。

3）排熱回収による省エネルギー

a. 蓄熱式バーナー

空気予熱器が古くリプレースが必要であれば蓄熱式バーナーの設置を検討する。

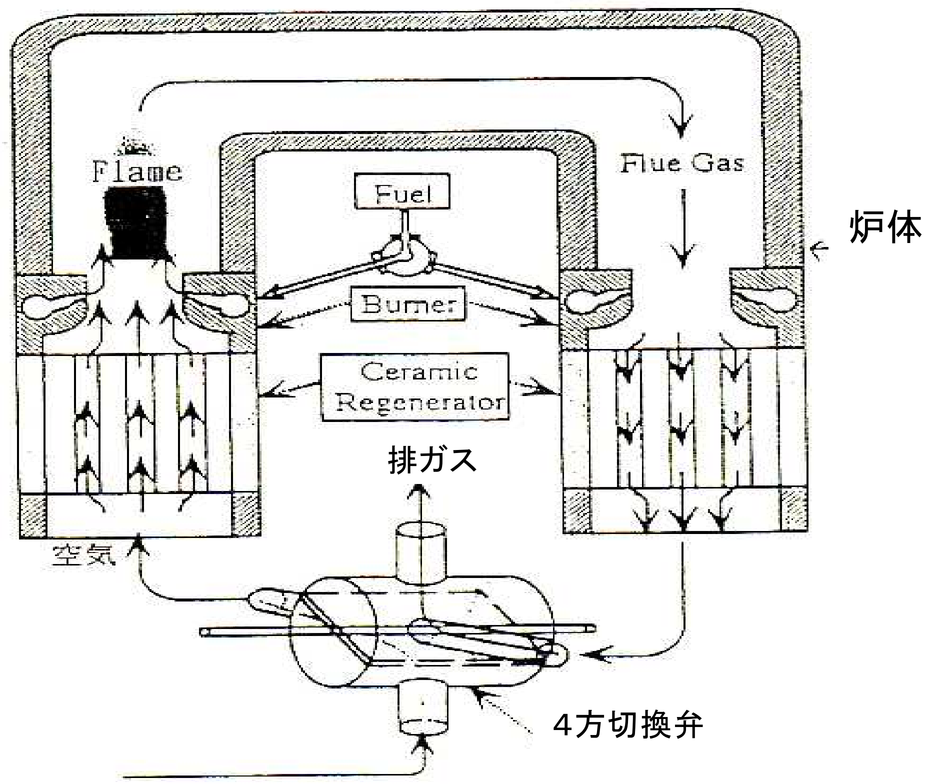
b. リジェネレィティブバーナシステム

蓄熱体を内蔵する「対」となる A・B 2 台のバーナーで、数十秒間隔で燃焼と熱回収を交互にくりかえすことにより、コンパクトな構造であるにもかかわらず、85%以上の温度効率 (予熱空気温度が 1,000℃を越える) が得られる。

これは A バーナーが燃焼中、B バーナーは排気口になり A バーナーの排ガスと B バーナーの蓄熱体とが熱交換する一方、燃焼中の A バーナーでは蓄熱体と燃料用空気が熱交換して、高温の空気が A バーナーに供給されているからである。

このシステムでは、蓄熱体はアルミナ系の耐火物が使われていて、高温部はバーナーおよび蓄熱体だけで、排ガス系および空気管系が低温であるため、小さくコンパクトにまとまっていること、熱回収／燃焼の切替え弁が低温側

に設けられているため、損耗が少ないのが特徴で、燃料を 30～50%節約できる。この他空気予熱温度が高いのもかかわらず NOX は 150ppm 以下と低い優れた特徴を持っている。そのリジェネレィティブバーナーシステムを図Ⅱ－７－11 に、予熱空気温度上昇効果を図Ⅱ－７－12 に示す。



図Ⅱ－７－11　リジェネレィティブバーナーシステム

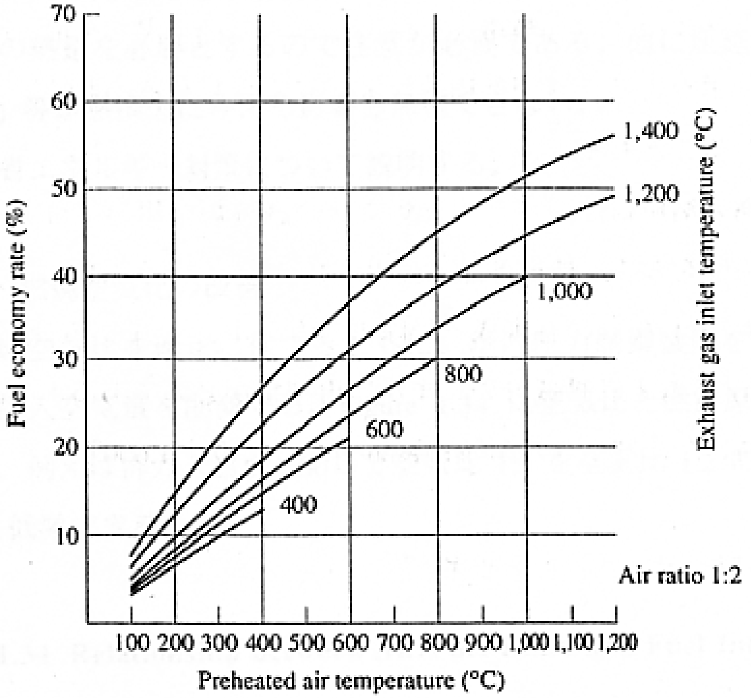
c. スキッド冷却水顕熱回収

加熱炉排ガスボイラが設置されていればその給水予熱用として熱回収できる。

d. 加熱炉排ガスボイラ

ホットチャージなどによる燃料原単位低減による排ガス量の減少などを考慮した上で設置を検討する。

蓄熱式バーナーを設置すると排ガス温度が 200～300℃になるので、排熱ボイラを設置するメリットが小さくなり投資効果が薄れる。



図Ⅱ－７－12　予熱空気温度上昇効果

4）歩留り向上、トラブルの減少

歩留り向上は圧延工程のみならず、その上工程の省エネルギーにもつながる。スケールロス、クロップロス、ミスロールの低減をはかることにより歩留りを向上させて行く事が大切である。圧延ラインにトラブルが発生すると加熱炉の燃料原単位は悪くなり、ミスロール率は増大し歩留りが悪化するので設備トラブルを減少させることが大切である。トラブルの減少は即省エネルギーに効果がある。

７．２ エネルギー消費の実態把握

製造プロセスにおいて電気、水、蒸気、圧空などの用役を、どの工程で、どのように使用されているかを先ず把握する。

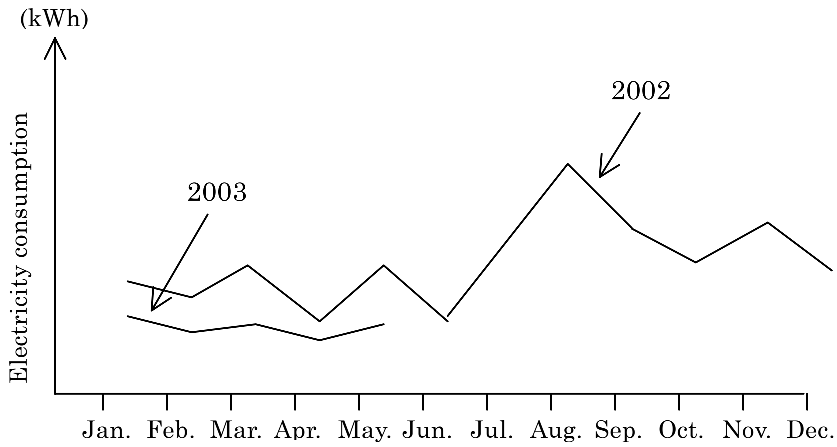
（１）事前収集データ

各工場で準備したエネルギー使用状況表に事前にデータ収集し記載する。

（生産量、電気、燃料、蒸気、水、圧空の使用量を記載する）

（２）エネルギー使用量をグラフ化する。

例として、図Ⅱ―７－14 のように工場の電気使用量をグラフ化する。



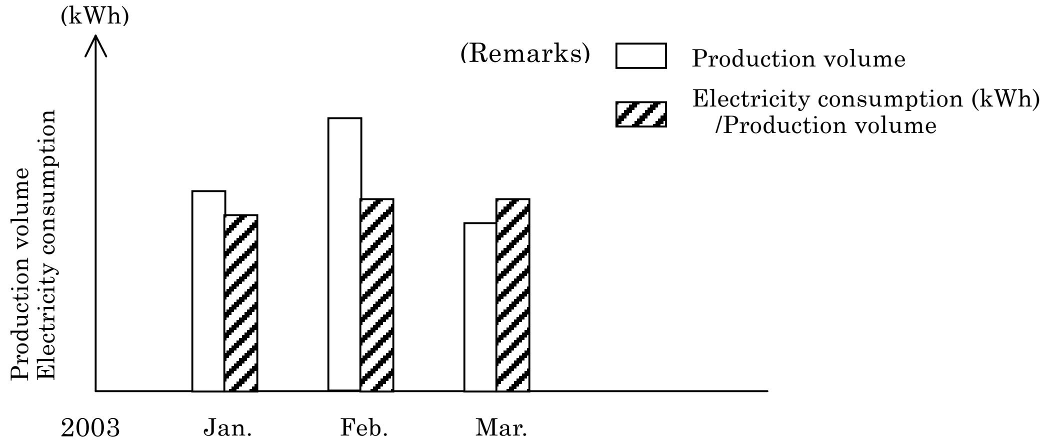
図Ⅱ―７－14　工場の電気使用量（例）

（３）工場の生産量とエネルギー原単位をグラフ化する。

例として、図Ⅱ―７－15 に示すように工場で生産するセータの生産量と電気原単位とをグラフ化する。

（４）エネルギー管理の充実

工場で使用するエネルギー量は定期的に計測し、データ収集、管理できるよう各用役には計測器を取付ける必要がある。



図Ⅱ―７－15　製品の生産量と電気原単位（例）

７．３　省エネルギーチェックリストによる問題点抽出

エネルギー消費の収集データ、生産量、エネルギー使用量と原単位のグラフが揃えば、以下のチェックリストにしたがって順次チェックし、省エネルギー上の問題点を抽出する。

１）電力管理

ａ．契約電力の決め方や電気料金の仕組みを理解すること

ｂ．使用電力量のみならず、契約電力･最大需要電力を低減すること

ｃ．電気使用量グラフからみて、月毎あるいは前年と比較してムダはないか

ｄ．電力原単位は改善の方向にあるか

２）主な設備の省エネルギーのチェックポイント

ａ．受変配電設備

・ 夜間や休日に停止できる変圧器はないか

・ 力率は改善されているか

ｂ．コンプレッサー設備

・ 配管等で漏れてないか

・ 換気はどうか、圧縮機吸い込み温度が高くないか

・ 圧縮機の吐き出し圧力を下げられないか

・ 圧縮機の容量調整方式は
・ 不使用時に圧縮機を停止しているか
・ 使用量変動に対して、どんな運転をしているか
・ 台数制御導入を検討したか

ｃ．送風機・ポンプ

・ 不必要な時に停止しているか
・ 流量・圧力に余裕があり過ぎないか
・ 流量を調整しているか、何で調整しているか
・ 回転数変更やインペラーカットを検討したか
・ 回転数制御を検討したか

d．照明

・ 不要時や不要場所の消灯をしているか
・ 昼光を利用して消灯しているか
・ 局部照明を併用しているか
・ 照度は適正か、測定しているか
・ 高効率照明器具の採用を検討したか

e．空調設備

・ 機器発熱負荷や外気負荷を減らせないか
・ 建屋の断熱や日射の遮蔽を向上できないか
・ 室温の設定値は適正か
・ 空調機の運転時間を短縮できないか
・ 不要な空間まで空調していないか
・ フィルターを定期的に清掃しているか
・ 更新や新増設の場合、氷蓄熱式採用を検討したか

７．４　省エネルギー手法

省エネルギーチェックリストによる問題点抽出ができたならば、その問題点の解決のための展開が必要となる。

以下は問題点解決のための省エネルギー手法である。

これにしたがって省エネルギーの検討を進める。省エネルギー検討結果は、省エネルギー効果と設備投資とを勘案して、省エネルギーアクションに進める必要がある。

手法事例

手法１．デマンドコントローラによる最大電力の低減化について

手法２．力率改善方法について

手法３．コンプレッサーの省エネルギー手法について

手法４．コンプレッサー台数制御による省エネ、コストダウンについて

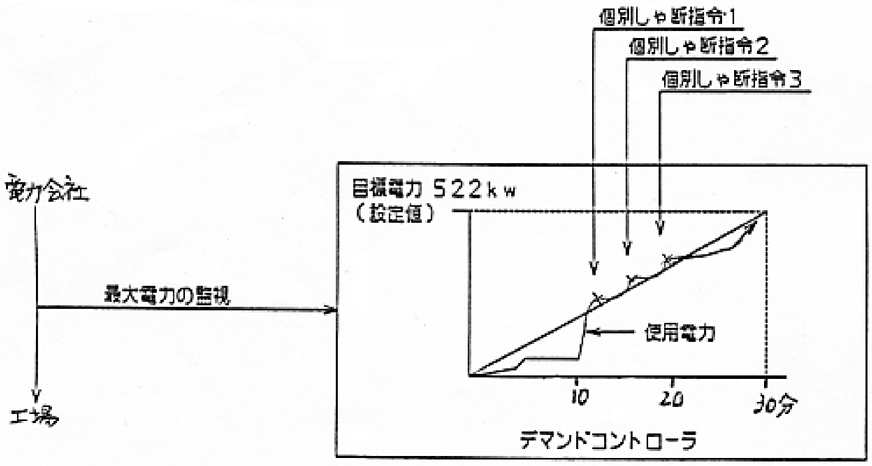
手法５．送風機、ポンプの回転数制御について

手法６．高効率照明器具の適用について

手法１．デマンドコントローラによる最大電力の低減化（事例）について

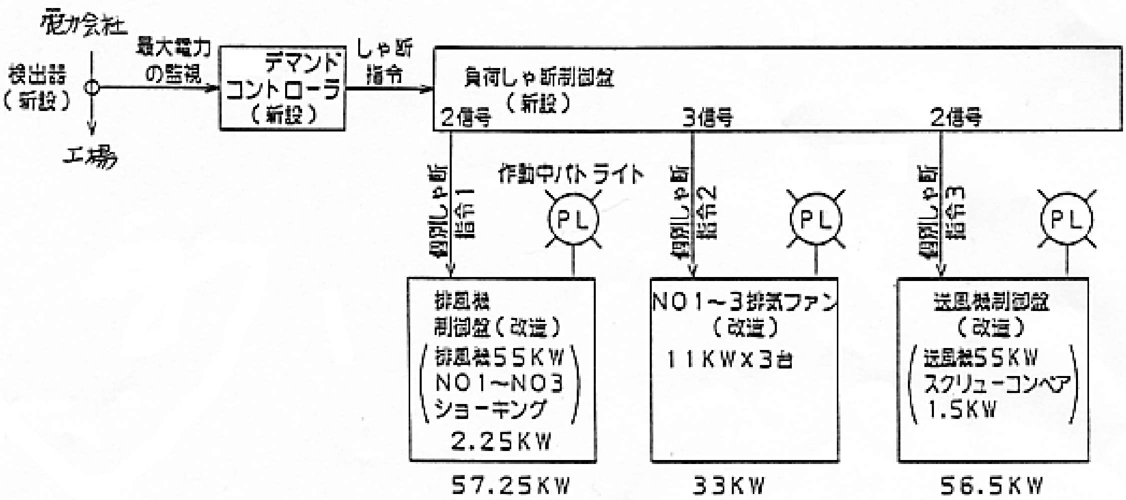
１．デマンド制御装置の運用方法について

デマンド契約は最大電力による契約方式で１度でも大きな値を出すと、その値が向かう１年間の契約電力となってしまう。
最大電力を抑制して、契約電力を６１２→５２２ｋｗに低減させる方法について以下のとうりのべる。
実際の使用電力が目標電力 ５２２ｋｗを越えそうであると予測されるとき個別しゃ断指令１～３を順次出して、工場内の非重要負荷をしゃ断して目標電力におさめる運用をさせる。
３０分経過すると再投入（順次タイマーで投入）を自動的にやらせてデマンド制御・運用を無人・自動化で達成させる。



２．デマンドコントローラ　システム系統図

電力会社から工場に電気を受電しているが、本システムは下記のように受電点の最大電力を監視し、ピーク電力を抑制すべく負荷しゃ断制御盤からのしゃ断信号でもって工場内の非重要負荷をしゃ断させるシステムである。最大電力（ピーク）をおさえることによって契約電力を低くおさえることができて大幅な電気料金の低減化が達成できる。



3．デマンドコントローラによる投資効果について

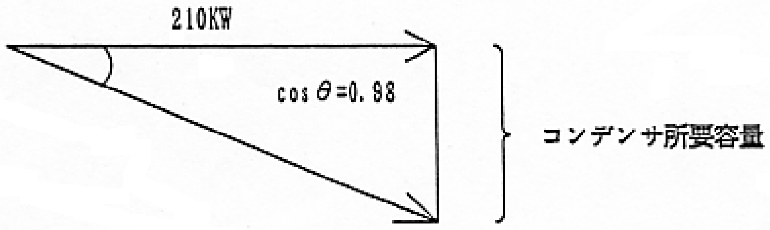
現在の契約電力６１２ｋｗを、下記テーブルの個別しゃ断１，２まで実行し、５２２ｋｗに抑制させるという前提での導入メリット額は、年間で１４５万円となる。
現状のままでは、いつピークを出してもおかしくない状況下（メクラ状態）にあり、この際デマンドコントローラの導入を推奨します。
デマンドコントローラを一括導入しておけば、最大電力の管理が容易となり、省エネルギー対策がとりやすくなる。

	しゃ断対象	節減	投資効果／年間	投資効果合計
個別しゃ断指令　1	排風機	57.25KW	57.25KWx1575円/KWx0.85x12 =919,721円	919,721円
個別しゃ断指令　2	排気ファン	33KW	33KWx1575円/KWx0.85x12 =530,145円	1,449,866円
個別しゃ断指令　3	送風機	56.5KW	56.5KWx1575円/KWx0.85x12 =907,672円	2,357,538円

上記のように個別しゃ断３まで実施すれば年間約２３０万円の効果が発現することになる。

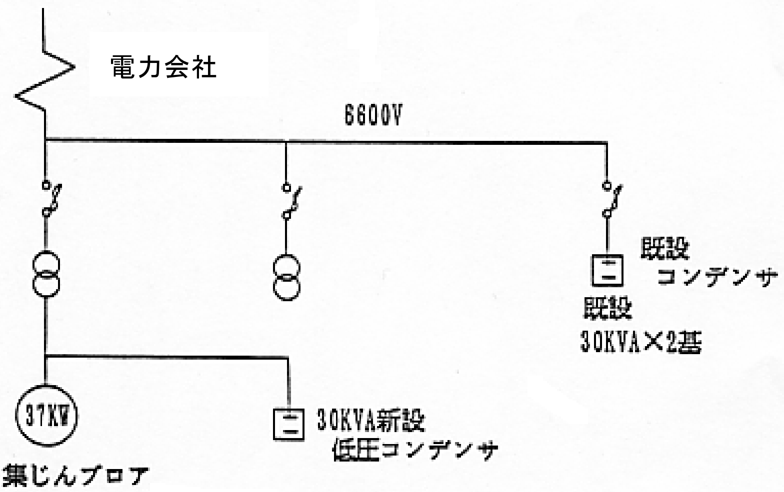
手法２．力率改善方法（事例）について

1. 現在の最大電力 210KW 力率98%として力率100%に改善するためのコンデンサの所要容量を求めると下記の通りである。

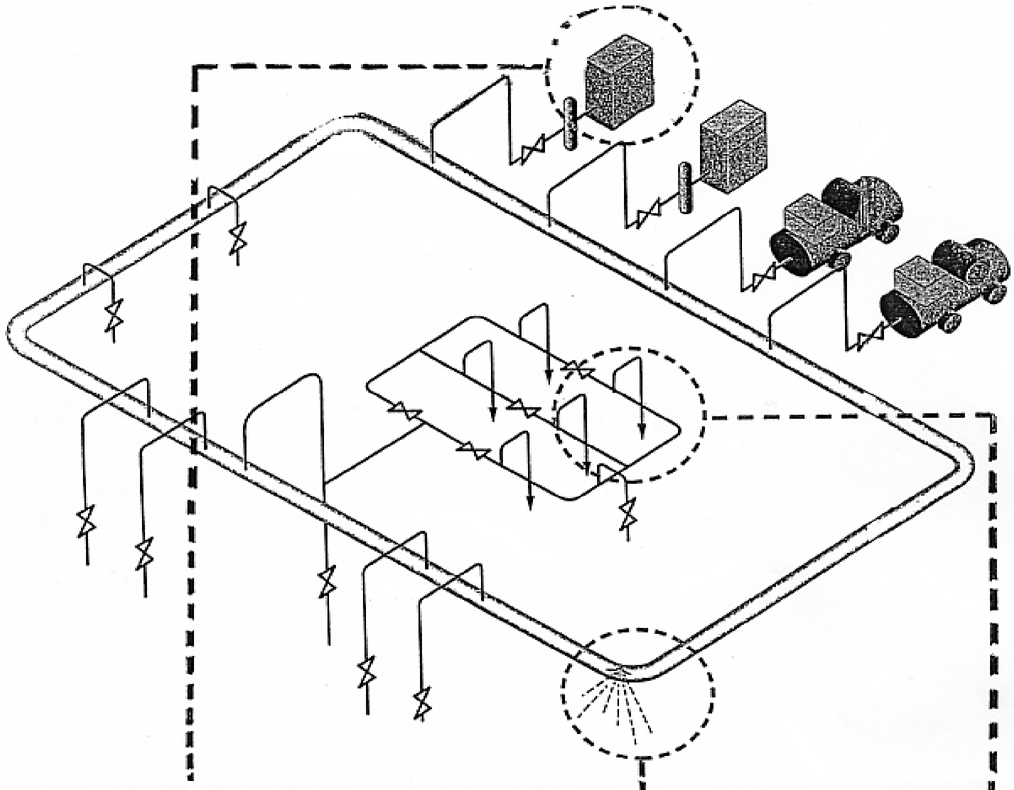


コンデンサ所要容量＝210×tanθ＝210×0.2 ≃ 42KVA

2. 力率改善コンデンサの設置方法



手法３．コンプレッサーの省エネルギー手法について



(1) 新型機（高効率コンプレッサ）への更新

〈予想効果〉7～15%（1台当り）の省エネ。

(2) 台数制御システムの採用

〈予想効果〉必要最小運転台数の実現。

(3) 設置（吸気）条件の改善

●吸い込み空気温度の低減

●吸い込み抵抗の削減

〈予想効果〉最適省エネ運転の実現。

改善方策	a. 吸気口、排気口の見直し b. 換気ファン容量の最適化

(4) 吐出空気圧、使用端圧の低減

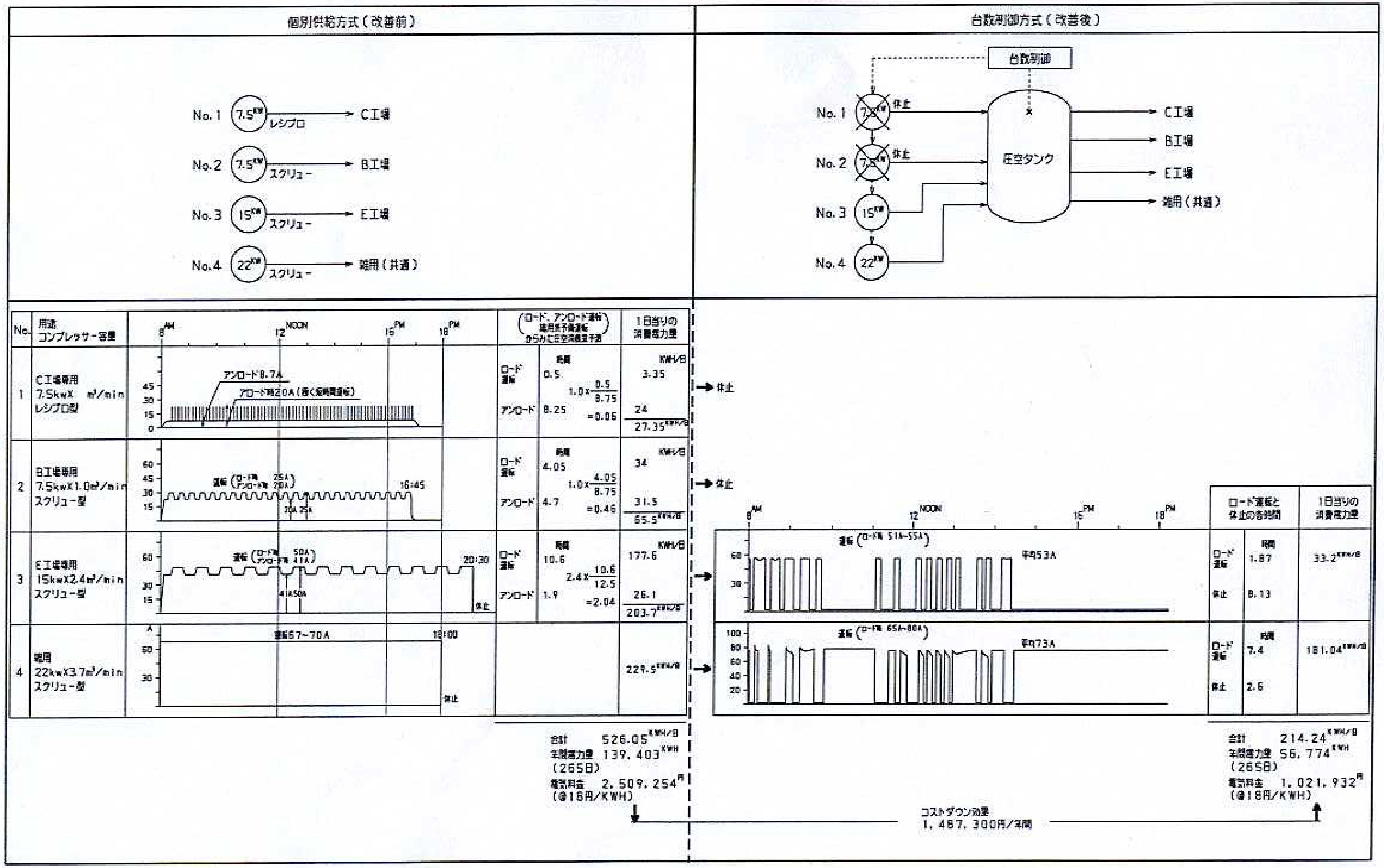
〈予想効果〉吐出ゲージ圧力0.69MPa（7kgf/cm²）から0.59MPa（6kgf/cm²）に圧力を下げた場合約9%の省エネ。

圧力損失低減の方策	a. 補器（フィルター類等）の定期的メンテナンス b. 配管のループ化、配管径の見直し。

(5) 配管エア洩れの補修

〈予想効果〉1φ相当の穴×10個所の改善で5.5kWコンプレッサ相当の省エネ。

手法４．コンプレッサー台数制御による省エネ・コストダウンについて



手法５．送風機・ポンプの回転数制御について

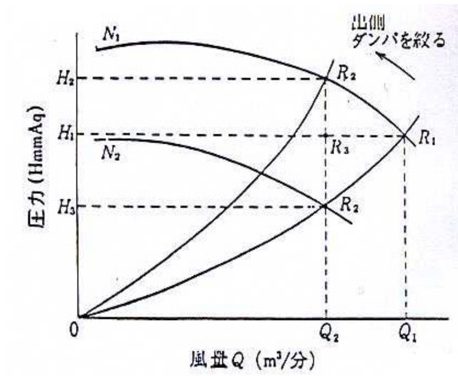
送風機の所要動力 PkW は吸い込み風量 Qm^3/min、圧力 HmmAq、効率 η とすると

$P=QH/6120\eta$ となる。

回転数と動力との関係は回転数 N^{rpm}、定数 k とすると、

$Q=k_1N$、$H=k_2N^2$

$P=k_3N^3$ となる。



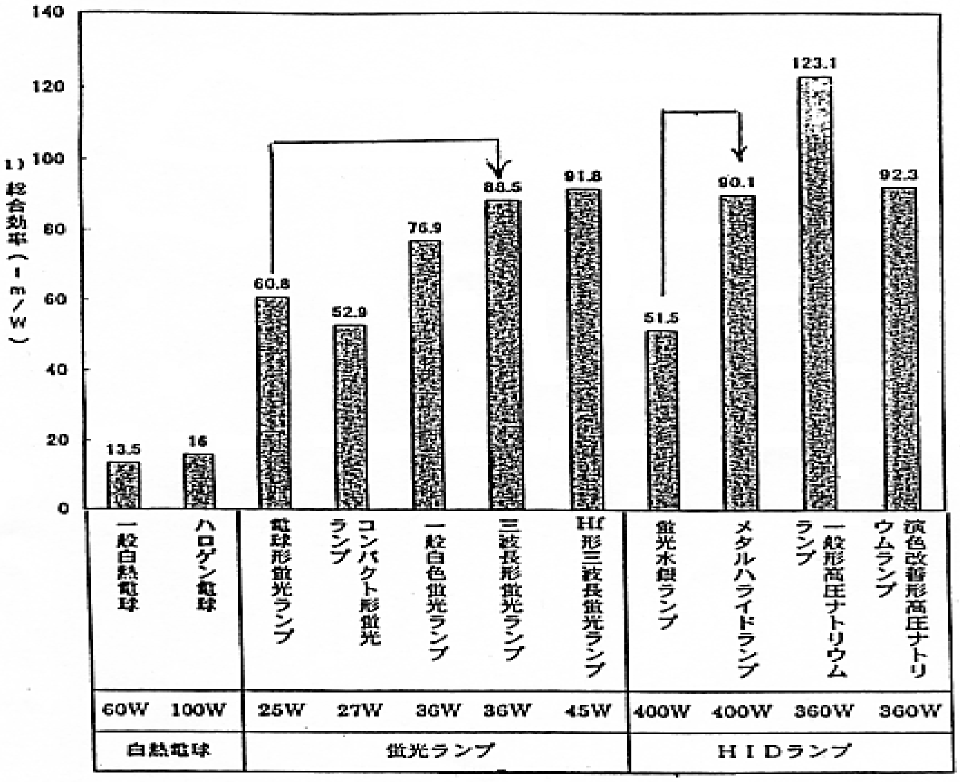
右図で回転数 N_1、風量 Q_1 で運転中のブロアーの風量を Q_2 に減少させるため、出側のダンパーを絞ると配管の抵抗曲線は OR_1 から OR_2 になるので、動力は矩形 $OH_1R_1Q_1$ から矩形の $OH_2R_2Q_2$ になる。ダンパーを絞って風量を減少させても動力はあまり減少しない。

これに対して、回転数制御をして N_1 から N_2 に減少すると、動力は $OH_1R_1Q_1$ の矩形の面積から $OH_3R_2Q_2$ の面積に減少する。

これからわかるように、出口ダンパー制御より回転数制御のほうが、省エネルギー有利であることがわかる。

一般に回転数制御には、インバータ装置(VVVF)を採用するのが一般的である。

手法６．高効率照明器具の適用について



	光源の種類	ランプ電力 [W]	入力電力 [W]	全光束 (1) [lm]	総合効率 (2) [lm/W]	色温度 [K]	平均演色評価数(Ra)	定格寿命 [h]
白熱電球	白熱電球							
	一般照明用	60	60	810	13.5	2850	100	1000
	ボール電球	57	57	705	12.4	2850	100	2000
	クリプトン電球	60	60	840	14.0	2850	100	2000
	ハロゲン電球							
	片口金形	100	100	1600	16.0	2900	100	1500
	赤外反射膜付き	85	85	1680	19.8	2900	100	2000
	小形（低電圧形）	50	50	1000	20.0	3000	100	2000
	両口金形	500	500	10500	21.0	3000	100	2000
蛍光ランプ	電球形蛍光ランプ							
	電子点灯－電球色	25	25	1520	60.8	2800	84	6000
	電子点灯－昼白色	25	25	1460	58.4	5000	88	6000
	４本管形－昼白色	23	23	1550	67.4	5000	84	8000
	一般蛍光ランプ							
	白　色	40	43	3000	69.8	4200	61	12000
	仝　上（節電形）	36	39	3000	76.9	4200	61	12000
	三波長形－昼白色	40	43	3450	80.2	5000	88	12000
	仝　上（節電形）	36	39	3450	88.6	5000	88	12000
	高周波専用（Hf 形							
	32W点灯－昼白色	32	35	3200	91.4	5000	88	12000
	45W点灯－昼白色	45	49	4500	91.8	5000	88	12000
	コンパクト形							
	27W形－昼白色	27	34	1800	52.9	5000	88	7500
	36W形－昼白色	36	40	2900	72.5	5000	88	9000
HIDランプ	蛍光水銀ランプ	400	427	22000	51.5	3900	40	12000
	メタルハライドランプ	400	444	40000	90.1	3800	70	9000
	仝　上（両口金形）	250	263	20000	76.0	4300	85	6000
	高圧ナトリウムランプ	360	386	47500	123.1	2050	25	12000
	仝　上（演色改善形）	360	390	36000	92.3	2100	60	12000

別添資料リスト

別添Ｉ－１	Philippines （COUNTRY REPORT ON ECONOMIC AND ENERGY SITUATION）
別添Ｉ－２	鉄鋼産業省エネルギープレゼンテーションスライド リスト
別添Ｉ－３	鉄鋼産業省エネルギープレゼンテーションスライド [The Energy Conservation Technology Realized in Japanese Steel Industry]
別添Ｉ－４	ACE への診断調査工場選定依頼書
別添Ｉ－５	Steel Industry への質問書 (回答は守秘義務契約のため記入なし)

Philippines

The Philippines is important to world energy markets because it is a growing consumer of energy, particularly electric power, and a major potential market for foreign energy firms. It also may become a major producer of natural gas.

BACKGROUND

The new millennium has brought about important changes to the island nation of the Philippines. With the installation of former Vice-President Gloria Macapagal-Arroyo on January 20, 2001, the Philippines has undertaken an economic transformation, deregulating its energy sector and offering new incentives for foreign investment. President Macapagal-Arroyo, a trained economist, came into power when former President Joseph Estrada was forced from office. Under Macapagal-Arroyo, key economic indicators, including GDP growth rate, foreign investment, and inflation have trended favorably. But while a certain degree of success has been achieved, the country's fiscal deficit, declining currency, and regional inequality are still problematic. A major natural gas discovery in the Malampaya field, officially inaugurated in October of 2001, coupled with increasing military support from the United States could prove to have a significant impact on the country's future.

ECONOMY

Real Gross Domestic Product (GDP) grew by 4.6 % and Gross National Product (GNP) by 5.2% in 2002. This increase exceeded both Philippine and international expectations. Much of the country's renewed economic vibrancy results from improved agricultural yields with a positive growth of 3.5%, as well as from an increase in domestic consumption brought about by curbed inflation. Growing confidence in the Macapagal-Arroyo administration, as well as the excitement surrounding the sizable Malampaya natural gas field also have had a positive effect. Foreign investment shot up 171%, to $3.4 billion in 2001, as investors gained confidence in Manila's political climate as well as a newly deregulated and privatized energy sector.

In services, benefits of deregulation in the telecommunication sector grew robustly by 8.9%. Trade continues to benefit from strong consumer demand, as giant local retailers opened up new malls in regions outside Metro Manila.

With the economy on healthy footing in 2002, it was forecasted that a sustained GDP growth would be 4.2 – 5.2 percent and GNP by 4.5 – 5.4 percent. Agriculture is expected to pace 3 – 4% in 2003 as the government continues to implement El Nino mitigating measures and other productivity-enhancing measures like distribution of high yielding seeds.

In industry, policies that will boost mining, housing and Small to Medium Enterprises (SME's) will support industrial growth in 2003 by 3.4 – 4.4%. Tariff rates for capital goods and other inputs not locally produced have been reduced to one percent in December 2002; this should provide buffer to manufacturing sector as they cope with expected oil price increases.

Services is expected growing 5.2 – 6.3%, led by telecommunication, trade and private services. Policies to liberalize air transportation, and measures to boost housing should further keep services healthy. In banking and finance, the implementation of the Special Purpose Vehicle Act will pave the way for greater financial activity in 2003 and over the medium term. Continued macroeconomic stability, especially those relating to fiscal policy, will be important to sustaining economic growth.

ENERGY

The Philippines' energy sector is relatively dynamic. Major reforms are underway, as are projects to electrify isolated villages, to reduce the Philippines' dependence on imported oil, and to change the relative composition of fuel consumption. The Philippine Energy Plan (PEP) for the period 2003-2012 complements and reinforces the macroeconomic goals of the arroyo administration to promote balanced economic growth, poverty alleviation and a market based energy industry. With this macroeconomic goals as basis, Department of energy sets down the goals for the energy sector which is as follows: 1) Stable and secure energy supply 2) Wider access to energy supply 3) Fair and reasonable energy prices 4) Clean and efficient energy fuels and infrastructures 5) Enhanced consumer welfare and protection 6) Technology transfer and manpower development 7) Job creation from energy activities

OIL

The Philippines began 2001 producing an average of only 1,000 barrels per day (bbl/d) of oil. Production jumped to 20,000 bbl/d by October, and reached 22,000 bbl/d by year's end. This dramatic increase was due primarily to the discovery of new deep-sea oil deposits beneath the natural gas-bearing structures in the Malampaya field. But while new hydrocarbon discoveries will significantly reduce the Philippines' oil import bill, the country is still a highly dependent net oil importer. The Philippines consumed 356,000 bbl/d on average in 2001 and produced 8,460 bbl/d, resulting in net oil imports of 347,540 bbl/d.

This dependence on imported oil makes the Philippine economy vulnerable to sudden spikes in world oil prices. For example, the Philippine oil import bill increased over 70% during the first eight months of 2000. The Philippine Institute of Petroleum estimates that local oil companies lost between 3.5-4.0 billion pesos in 2000 due to their inability to adjust petroleum prices to fully reflect the increased cost of imported oil and foreign exchange depreciation. Oil consumption is expected to increase by 5.9% annually over the next several years as economic growth increases demand in most sectors. Oil demand for power generation, however, is expected to decline by over 50% by 2011, as the government retires aging oil-fired electric power plants and switches to natural gas and alternative power sources.

Despite small proven oil reserves, the Philippines had enjoyed a recent wave of optimism amongst domestic and foreign drillers. In October of 2001, exploration underneath the Malampaya gas field revealed an estimated 85 million barrels of oil condensate. Shell Philippines Exploration (SPEX) has committed $4.5 billion to the combined oil/natural gas project, and anticipates potential crude oil production of 35,000-50,000 bbl/d by 2003. In addition, six new offshore explorations have commenced in the Malampaya basin, led by Nido Petroleum, Philippines National Oil Company Exploration Corp., Trans-Asia Oil, Unocal Corp., and Philodril. Also, Trans-Asia has conducted exploratory drilling at the San Isidro well in the East Visayan Basin. This area may contain as much as 60 million barrels of oil according to some estimates. The Philippine government estimates reserves of up to 246 million barrels in northwestern Palawan, and 37.4 million barrels in the Minduro-Cuyo basin. The Philippines National Oil Company also expects to begin drilling in Lagao, Lambayong province in July of 2002, seeking an estimated 561 million barrels of oil.

Refining & Downstream

The Philippines' downstream oil industry is dominated by three companies: Petron, Pilipinas Shell (Royal Dutch/Shell's Philippine subsidiary), and Caltex (Philippines). Petron is the Philippines' largest oil refining and marketing company. The company was a wholly owned subsidiary of the state-owned Philippine National Oil Company (PNOC) until 1994. Currently, the Philippine government and Saudi Aramco each own 40% of the company, with the remaining 20% held by portfolio and institutional investors, making it the only publicly listed firm amongst the three oil majors. Petron's Limay, Bataan refinery has a crude processing capacity of 180,000 bbl/d. Petron's market share at the start of 2002 was 38.3%, a 3.4% gain over 2001. Caltex (Philippines), a subsidiary of Caltex, the Texaco-Chevron joint venture based in Singapore, operates a 86,500-bbl/d refinery, two terminals, and more than 1,000 gasoline stations throughout the Philippines. Its market share is 23.8%, a 2.2% gain over 2001. Pilipinas Shell has a 153,000-bbl/d refinery, one of the largest foreign investments in the Philippines, and operates some 1,000 Shell gas stations. Shell's market share is 38%, a 4.7% gain over 2001. Overall, Philippine refineries run at around 80% of capacity, and there is not a great deal of demand for new refinery construction.

Oil market deregulation, beginning in 1998, continues to have a significant effect on the industry. Since deregulation started, 62 new firms, including TotalfinaElf, Flying V, SeaOil (Philippines), Eastern Petroleum, Trans-Asia Energy and Unioil Petroleum Philippines Inc., have invested $13 billion and built approximately 312 new retail stations. By the end of 2000, the new players had amassed 10.4% of the local oil market. These new entrants have organized the "New Players Petroleum Association of the Philippines" (NPPAP), and have been credited with putting significant downward pressure on retail fuel prices in the country. Currently, the Philippines enjoys the lowest fuel prices of any non oil-exporting Asian country. However, price swings associated with deregulation and higher world oil prices have angered many impoverished Filipinos. Despite public calls for explicit price controls, the government has remained committed to deregulation . In December 1999, the Supreme Court upheld the constitutionality of the country's deregulation program. The NPPAP has shown some opposition to the program, claiming its provisions are insufficient as new players have not been able to capture at least 30% of the market.

Major downstream developments on the horizon include a $600 million naptha cracker plant to be built by the Philippine National Oil Company in conjunction with Brunei's Mashor Group and Malaysia's Petron. The plant, which most likely will be supplied with natural gas from the Indonesian Dongi field, would enable the Philippines to become an independent producer of advanced petrochemical products and plastics. The government has also called for a new LNG receiving terminal to be built in Bataan to receive imported natural gas.

In January 2000, the Philippines' Department of Energy announced plans to accelerate the phase out of leaded gasoline. Leaded gasoline is banned already in Manila.

NATURAL GAS

The Philippines has 3.693 trillion cubic feet (Tcf) of proven natural gas reserves, but no significant production at the present. While in the past the gas sector has not been developed extensively, the government has made expanding gas use a priority, particularly for electric power generation, in an effort to cut oil import expenses. The government expects total domestic natural gas production to increase annually by 146.4 billion cubic feet (Bcf) to reach 1.5 Tcf by 2011.

The impetus for the dramatic change in the country's natural gas sector is the Malampaya offshore field. Malampaya is the largest natural gas development project in Philippine history, and one of the largest-ever foreign investments in the country. Shell Philippines Exploration (SPEX, operator, with a 45% stake), Texaco (45%), and the PNOC (10%) have come together to form the Malampaya Deepwater Gas-to-Power Project. The Malampaya field is located in the South China Sea, off the northern island of Palawan, and contains an estimated 2.6 Tcf of natural gas. A 312-mile (504-kilometer) pipeline links the field to three power plants in Batangas. The pipeline is among the longest deep-water pipelines in the world, with half of its length more than 600 feet deep. With completion of the sub-sea pipeline and conversion of the first of three power stations, (San Rita, operated by British Gas and Philippines 1st Gas Corp.), the Malampaya project was officially inaugurated on October 16, 2001. Gas from Malampaya eventually will fire three power plants with a combined 2,700-megawatt (MW) capacity for the next twenty years and will displace 26 million barrels of fuel oil, according to the government. The BG/Philippines 1st Gas Corp. partnership has announced that it expects to have a second station, the San Lorenzo facility, converted for natural gas use by 2003. The government has publicly considered selling a 10% share in the Malampaya project to the public; however no date has yet been set for the IPO.

An $80 million joint venture between PNOC, RoyalDutchShell and Brunei's Mashor Group, to expand the pipeline from Batangas to Metro Manila is being planned. This pipeline would supply gas to additional power plants as well as the industrial and commercial sectors. PNOC has also commenced plans with Malaysian Petronas to build a 620-mile (1000-kilometer) line between the two countries, completing one of the five components in the developing ASEAN power grid.
A number of foreign and domestic firms also are looking at onshore and offshore exploration projects in the Philippines. A consortium of five companies (PNOC as operator holding 78.75%, and four Australian companies) is exploring natural gas fields on and around Fuga Island under Geophysical Survey and Exploration Contract 84. This area has been estimated to contain up to 5 Tcf of natural gas, but this is still unconfirmed. The Fuga 1 exploration well was plugged and abandoned in June 2000 after producing no hydrocarbons. This area, to the north of Luzon, is still being considered, however, for a pipeline to Taiwan if a large enough gas find comes into production. Also, exploration is soon to begin in Southern Cebu by two undisclosed American firms, as well as in the Sultan Kodurat province by undisclosed European and Middle Eastern firms. Three natural gas fields were closed down in 2001. Fields in the Tukankuden and the Cotabato Basin were shut down due to the proximity of rebel soldiers, while another field in

Victoria, Tarlac, was closed because the gas discovered was too saturated with water for commercial production.

The Philippine government is developing a policy framework for the emerging gas industry that foresees the government's role as that of facilitator while attempting to ensure competition. Domestic development is to be encouraged, but competition from imported gas also is to be allowed. Gas supply to wholesale markets will have market-set prices, while prices for captive markets and small consumers will be regulated.

COAL

Development of new natural gas projects in the Philippines has come largely at the expense of the country's struggling coal industry**.** Despite producing 1.49 million short tons in 2000, PNOC announced that it plans to close its national coal subsidiary. The government also announced that many of the country's coal-fed power plants are being considered for conversion to natural gas, including the 600-MW Calaca plant south of Manila. Napocor, the National Power Company, has followed suit, ordering its coal-fired plants to operate at diminished capacity in order to allow more capacity for natural gas-fired plants. The country has decided to restructure the use of its 366 million short tons of estimated coal reserves, which is mostly low-rank lignite, for processing in smaller "clean coal" plants, for eventual end-use as household fuel, and briqueting. In the Department of Energy's 2002-2009 energy plan, three new smaller-scale plants are planned, including a $62 million 50-MW power plant in Isabela, which should be completed by 2005.

The Philippines consumed 9.5 million short tons of coal in 2000, eight million short tons of which were imported. Indonesia and China are major exporters of coal to the Philippines, and both have been in negotiations with Manila about increasing their quotas. There has been very little new exploration for coal in the Philippines since a methane explosion in 1997 killed many workers and caused public hostility to the industry. New plants have faced increasing opposition from both agricultural and church groups.

World Trade Organization (WTO) regulations require that the Philippines lift import restrictions on coal. Since the 1970s, when the National Coal Authority was created, Philippine coal importers have been required to obtain a government certificate of compliance before importing coal, allowing the authorities to force importers to buy domestic coal each time they purchased coal from abroad. President Macapagal Arroyo has committed to honoring the international coal supply contracts approved by the previous government.

ELECTRICITY

Energy production in the Philippines is concentrated in the electricity sector. Geothermal power accounts for the country's largest share of indigenous energy production, followed by hydropower, coal, oil and gas. The Philippine government has made shifting from reliance on imported oil a major goal, and is pushing the current boom in natural gas-fired electricity development.

The most significant event in the Philippine energy industry in recent years has been the Power Industry Reform Act of 2001. After 7 years of congressional debate and court cases, the Act came into force on June 26, 2001. The act has three main objectives: 1) to develop indigenous resources; 2) to cut the high cost of power in the Philippines; and 3) to encourage foreign investment. Passage of the Act sets into motion the deregulation of the power industry and the breakup and eventual privatization of state-owned enterprises. Actual sale of state assets and implementation of the program is not likely to take place until late 2002 or 2003.

The legislation requires the state-owned utility National Power Corporation (Napocor) to break-up its vertically integrated assets into smaller sub-sectors such as generation, transmission, distribution and supply in order to prepare for eventual privatization. The result will be a system in which privatized generators would sell directly to private distribution companies. Working with consultants from Hunton and Williams, Napocor has designated two new subsidiary companies designed solely for eventual privatization. These two firms, Transco and Psalmcorp, will entail the state's high voltage transmission lines and infrastructure, and power plants, respectively. The government also will sell off its share of Meralco, a smaller company that serves Manila and the immediate surrounding area by buying power from various Independent Power Producers (IPPs).

Napocor will need to transfer its existing power purchase obligations to private distributors, and also to renegotiate high-priced contracts. The cost savings lie in the fact that private distributors will likely be unwilling to enter into agreements that are above market rates. There are other financial incentives for the government as well. Napocor's huge debt and $9 billion in power purchase agreements are unsustainable, and the government must already contribute $300 million per year to keep Napocor afloat. Finally, the government needs more foreign investment in the sector as demand is projected to outpace supply by around 2005 at current rates of investment.

In order to make the sale of Napocor more attractive to investors, the government has absorbed a significant amount of Napocor's $6.7 billion debt. In addition, the $9 billion in power purchase agreements with IPPs also will be sold off. The transmission system will be transferred to an independent company, Transco, which is scheduled for privatization by mid-2002. Privatization of Transco, however, is contingent upon congressional approval for the rules governing a new wholesale spot market as well as a reduced transmission tariff, or "wheeling charge". According to deregulation laws, no one potential buyer will be allowed to own more than 30% of the Philippines' generating assets.

Electricity demand in the Philippines is expected to grow by around 9% per year through 2009, necessitating as much as 10,000 megawatts (MW) of new installed electric capacity. Current contracts will provide about half of that amount, with the remainder expected to be filled once the market deregulates. Medium-term increases in power demand are to be satisfied largely by the three gas-fired plants (Ilijan, Santa Rita, and Sucat) that will be linked to the Malampaya gas field, plus the coal-fired 470-MW Quezon Power Project that was inaugurated in June 2000. The Korea Electric Power Corporation (KEPCO) plans to complete the 1,200-MW Ilijan plant in 2002. KEPCO will run the plant under a build-operate-transfer scheme for 20 years, after which ownership will revert to Napocor. Minority stakeholders in the plant are Southern Energy of the

United States (20%) plus Mitsubishi (21%) and Kyushu Power (8%) of Japan. First Gas Power completed its 1,020-MW plant at Santa Rita in August 2000, with the plant running on condensate until gas becomes available. First Gas Power's subsidiary FGP Corporation is building a 500-MW power plant nearby the First Gas facility in Santa Rita, in Sucat. Operators are expected to begin by 2006.

Other power facilities planned, under construction, or recently completed include four small hydroelectric plants with a total capacity of 650 MW in the Mindanao region and three small diesel-fired plants in Oriental Mindoro operated by Southern Energy. The CE Casecnan Water and Energy Company (a subsidiary of California Energy International) is constructing a multipurpose irrigation and 150-MW hydroelectric facility in Luzon.

Southern Energy is the Philippines' largest IPP, operating five power plants in the country. Southern's new coal-fired Sual plant began commercial operation in late 1999. The 1,218-MW plant is located about 130 miles north of Manila, and reportedly is the nation's largest and lowest-cost electricity producer. Napocor is the sole purchaser of Sual electricity.

Several power-generating facilities also are under extensive rehabilitation. The 100-MW Binga hydroelectric plant in Itogon, Benguet has been under renovation since 1993 following damage from a 1990 earthquake. Due to political factors, this renovation has so far been unsuccessful, with the dam in worse shape now than in 1993. A larger project is the $470 million contract with Argentine firm IMPSA (*Industrias Metalurgicas Pescarmona Sociedad Anonima*) to rehabilitate and operate the 750-MW Caliray-Botocan-Kalayaan (CBK) power complex in Laguna, south of Manila. The CBK complex is the grid regulator in Luzon, and as such is able to transmit power to other plants on the grid in the event of breakdowns. IMPSA, in conjunction with new partner Edison Mission Energy of the United State, was able to get a performance undertaking guarantee despite Napocor's and some government officials' objections, facilitating long-delayed financing of the project.
In March 2000, Texas-based El Paso Energy International and Hawaiian Electric Industries formed a 50-50 joint venture to own and operate five power plants now owned by East Asia Power Resources Corporation, a public Philippine company. The total generation capacity of the venture's holdings will be 390 MW. The oil-fired plants are located in Manila and Cebu.

Volatility in electric power prices has angered many Filipinos, who blame the Power Industry Reform Act of 2001. The Act calls for an Energy Regulatory Board, which reviews and approves applications by the National Power Corporation for price increases. Controversy over pricing still exists, however, as the Association of Philippine Electric Cooperatives demonstrated in May of 2001 with an organized blackout to protest a 30 centavo rate increase instigated by Napocor.

The Philippines, due to its geography, has problems linking all of its islands together into one grid and ensuring availability of electric power to the remaining 9,708 villages without electricity. The government has set a target date of 2004 for electrification of all these villages through the 14-billion peso "O-Ilaw" program, and also is taking steps to link together the country's three major power grids (Luzon, Visayas, and Mindanao). As of March, 2002, the government claims the project is 85.6% complete. Where it is not economical to link small islands' grids into the national grid, separate local systems are being established around small generating plants.

Renewables

The Philippines is the world's second largest producer of geothermal power, with an available capacity of 1,931 MW, according to the Philippine government. The government would like to bring on another 990 MW, bringing capacity to 2,921MW, and exceeding the U.S. capacity of 2,775 MW. Geothermal power currently makes up around 16% of the Philippines' installed generation capacity, most of which has been developed by the PNOC - Energy Development Corporation (PNOC-EDC). Privatization of PNOC-EDC is expected in the near future, with several firms already expressing interest. PNOC-EDC bought Napocor's geothermal assets in March 2001. Kyushu Electric company is in a joint venture with PNOC-EDC to develop a 40-MW geothermal plant in Sorsogon, Albay province, and Marubeni of Japan has expressed its intent to build the 100-MW Cabalian geothermal plant in Leyte. California Energy's Philippine unit is working with PNOC to develop three new geothermal power plants in Leyte, producing a total of 540-MW of electricity. Plans are underway to develop nine new facilities in Luzon, ranging from 20 MW to120 MW that will eventually bring a total of 440 MW of geothermal energy to the grid. By 2004, the new 40-MW Mambucal and 40-MW Rangas power stations in Dauan, Negros Oriental are expected to come online.

Besides geothermal, the Philippines also is exploring the use of other renewables for electricity generation, particularly in the country's unelectrified villages. In December 2000, WorldWater Corp. signed an agreement with Cebu Electric Cooperative to provide 1,200 homes with solar electrification. In March 2001, the Philippine and Spanish governments, in conjunction with BP, agreed to a $48 million contract to bring solar power to 150 villages. BP and the government of Australia also have partnered with the Philippines to supply solar power to rural villages, bringing 1,145 solar-powered systems to 52 new municipalities. New solar-powered facilities were also inaugurated for villages on Samal Island on December 7, 2001.

The Philippines appears to have a strong potential for wind farming. The United States Department of Energy wind mapping survey estimates that wind resources in the Philippines have a power generation potential of as much as 70,000 MW, seven times the country's current power demand. Garrad Hassan Ltd. of the United Kingdom has expressed interest in a $220 million wind power pilot project. Another wind power project is the 40-MW, PNOC-EDC Northern Luzon project in Ilocos Norte, scheduled to begin operations in 2002. PNOC and the Japan Bank of International Cooperation also plan to build a $64.7 million, 40-MW wind farm in Burgos. The Burgos facility will be the country's first commercial wind farm, and may possibly be connected by a spur line to the Luzon Island power grid. This project is the first in a series of three to add 120 MW of wind power to the NAPCOR grid. A biomass waste-to-energy plant is planned for Negros Occidental that would use 450 tons of municipal waste and bagasse per hour.

Nuclear

In March 2000, the government announced that it would build a 600-MW nuclear power plant similar to the Bataan plant by 2020. However, the Bataan plant was declared inoperable due to its location on an earthquake fault, and the government continues to pay $250,000 per day to service the debt on the inoperable plant. The Triga Research Reactor, which dates from 1963, is to be replaced with a new 20-MW research reactor. However, though as it may say, energy from Nuclear sources is very unpopular proposition among Filipinos.

The Energy Conservation Technology Realized in Japanese Steel Industry

Presentation Slide List

No.		Title	Note
1		The Energy Conservation Technology Realized in Japanese Steel Industry	Cover Sheet
2		Main Activities of ECCJ	
3		Trends of Energy Consumption (Final Energy Consumption by Sector)	
4		Why did the manufacturing industry of Japan succeed in the energy conservation after	
		the Oil Crisis?	
5		Trends of Crude Steel Production of EAF in Japan	
6		Activity Incentives for Energy Conservation	
7		Trends of EAF Operation Data in Japan	
8		Example ot Trend in Opereation Indexes of EAF	
9		Example of the Energy Items in Japan's Mini Mill	
10		Several Energy Saving Technology in Material Flow Chart	
11		Energy Conservation for EAF-Mini Mill Factory 1) 1-1) a)	
12		Energy Conservation for EAF-Mini Mill Factory b)	
13		Energy Conservation for EAF-Mini Mill Factory c)	
14		Energy Conservation for EAF-Mini Mill Factory 1-2) 2) 3)	
15		Conceptual Drawing of Heat Balance at EAF	
16		Example of Heat Balance in EAF	
17		Influence of Oxygen and Reheat on Power Consumption	
18		Example of Heat Balance in EAF (With Al ash)	
19		Secondary Conductive Arm	
20		Relationship between Power Consumption and the Time from Tapping to the End of casting	
21		Hot Recycling of EAF Slag (Less slag-off after tapping)	
22		Several Type in Recent Scrap Preheating	
23		Shaft Furnace A (2 Finger Type)	
24		Shaft Furnace B	
25		Effect of VVVF	
26		Regenerative Burner of Ladle	
27		Concept Drawing of Regenerative Burner	
28		Regular Industrial Furnace	
29		High-performance Industrial Furnace (1)	
30		High-performance Industrial Furnace (2)	
31		High-performance Industrial Furnace & Regular Industrial Furnace	
32		Demonstration of energy conservation effect by High-performance Industrial Furnace	
33		Effect of Heat Pattern Change in Furnace	
34		Transition of Total Energy Intensity (Crude oil equivalent)	
35		Energy Cast Ratio in Small and Medium Industries (Japan)	
36		More information	

The Energy Conservation Technology Realized in Japanese Steel Industry

February, 2003

The Energy Conservation Center, Japan
〔ECCJ〕

ECCJ 1

Main Activities of ECCJ

Industry

① Energy conservation audits services for factories
② Education & training on energy conservation
③ State examination for energy managers (assigned by the Gov.)
④ Technological development
⑤ Disseminating (conference for successful cases of E-C activities, excellent energy conserving equipment, etc.)
⑥ ISO14001 seminar for environmental inspectors

Residential & Commercial

① Energy conservation audits services for buildings
② Ranking catalogue for energy efficient appliances
③ Promotion of Energy labeling system
④ International energy star program implementation
⑤ Smart driving for energy conservation – Stop idling –
⑥ Energy conservation "navi"
⑦ Establishment of "energy conservation republic"
⑧ ESCO research and development

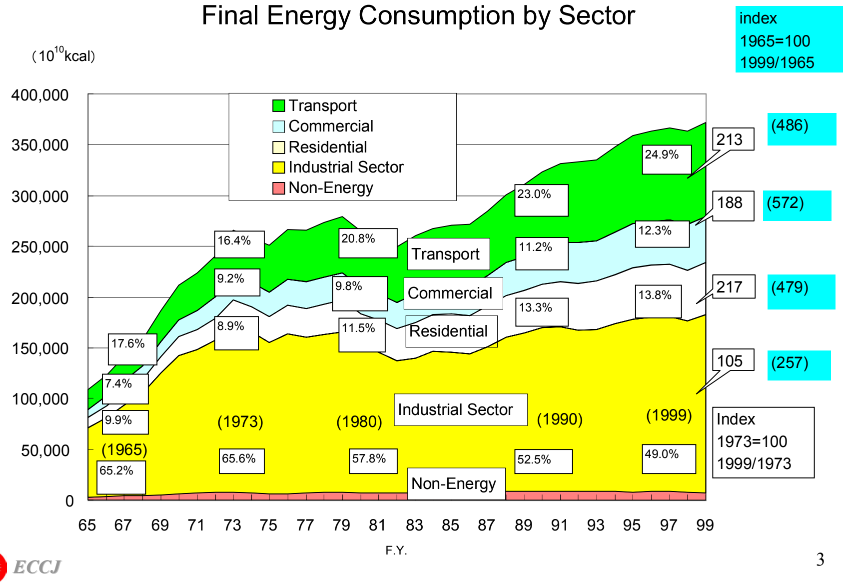
Overall

① Energy conservation campaign & exhibition (ENEX)
② Commendation (grand energy conservation prize)
③ Information & data base
④ Publicity and publishing
⑤ Consulting service through e-mail
⑥ International cooperation

ECCJ 2

1. Trends of Energy Consumption

Final Energy Consumption by Sector



ECCJ

Why did the manufacturing industry of Japan succeed in the energy conservation after the Oil Crisis?

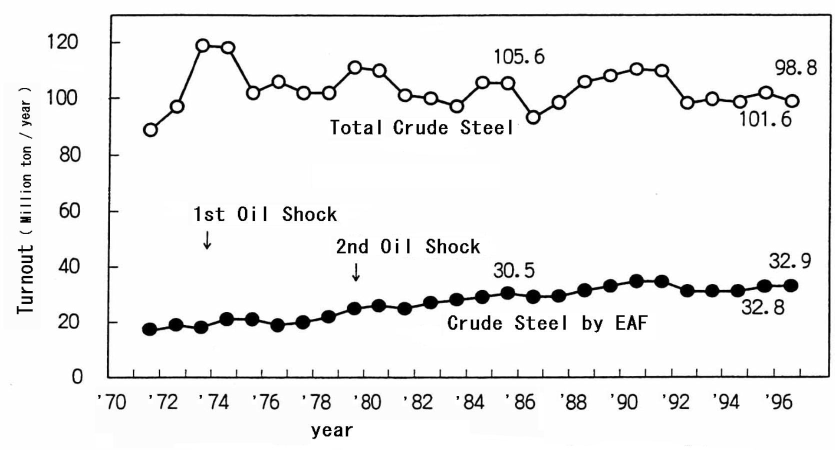
- Cost reduction (enforcement of international competitiveness) and self-help efforts by companies
- Regulation measures by Government（Energy Conservation Law）
- Support and subsidy system by Government（finance, tax, subsidiary aid）

Mutual effect, synergy

Japan became the first class in energy conservation technology by the rapid progress of energy conservation.

ECCJ

Trend of Crude Steel Production of EAF in Japan



ECCJ

5

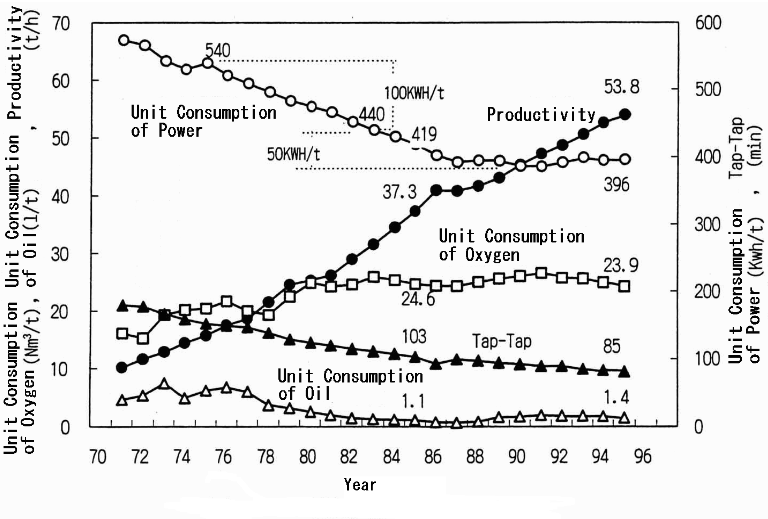
Activity Incentives for Energy Conservation

1. **Cost-down of Energy, Fuel and Electricity**
2. **Improvement in Productivity and Rationalization in Production System**
3. **Fulfillment of Company's Social Responsibility, Load Reduction to Global Environment**

ECCJ

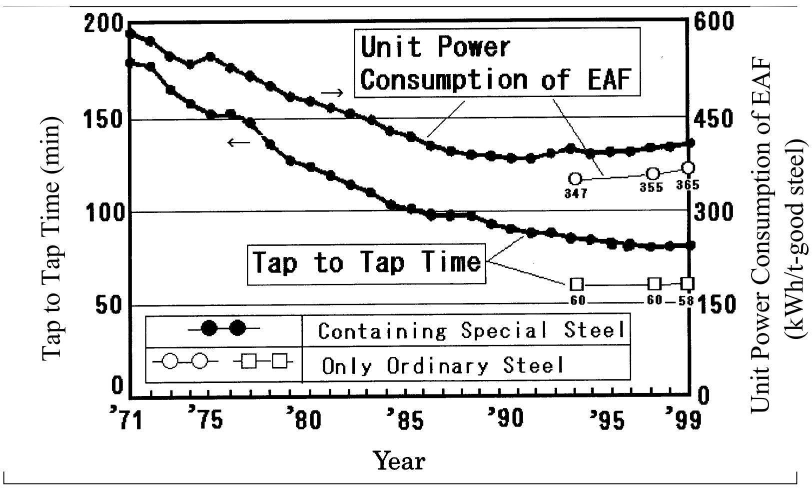
6

Trend of EAF Operation Data in Japan



ECCJ

Example of Trend in Operation Indexes of EAF

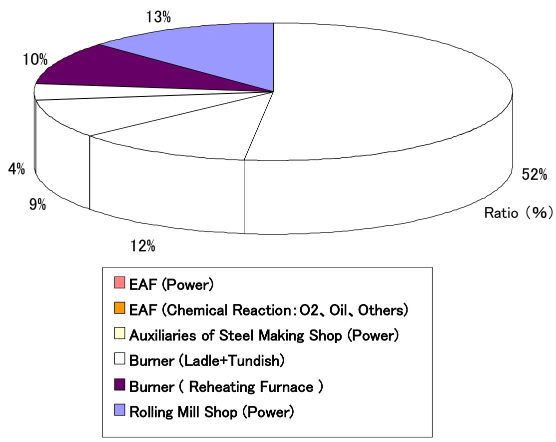


ECCJ

8

Example of the Energy Items in Japan's Mini Mill

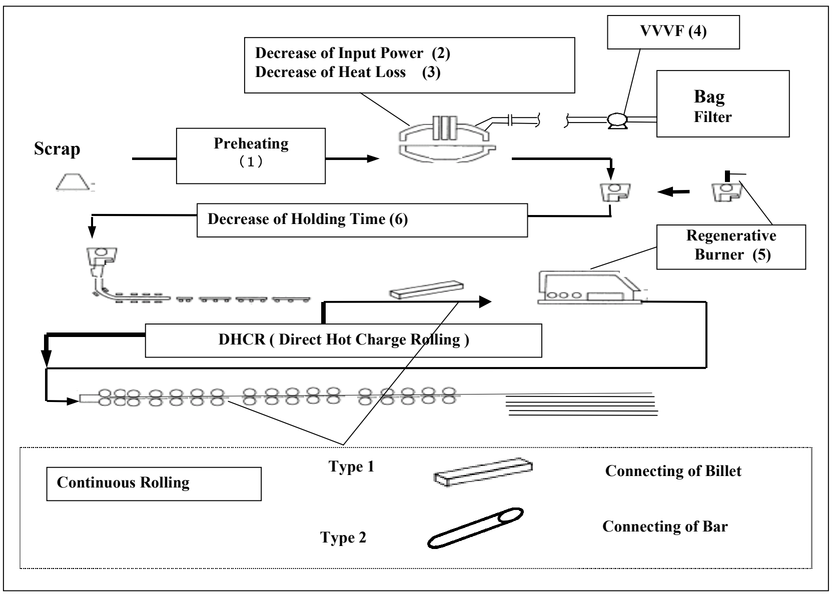
(Products: Steel Bars for Concrete Reinforcement)



ECCJ

9

Several Energy Saving Technology in Material Flow Chart



Energy Conservation for EAF-Mini Mill Factory

1) Energy conservation in EAF shop

1-1) EAF

a) Increasing of input energy

- Enrichment of O_2

According to above countermeasure

- ***Increasing of Oil (Burner), Carbon, Low cost alloys (Al ash, Bundle made from Can, etc)***

ECCJ

11

b) Increasing of efficiency in input energy

- Power

Common (DC, AC) :

- **VVVF** ***control of electrode lifting***
- ***Foaming slag control in refining stage, etc***

AC : Al-arm, Reactor (in case of enough capacity of power station and high voltage operation), etc

- Other

Post combustion (Shaft furnace), Supersonic lance, etc

ECCJ

12

c) Decreasing of output energy

- ***Increasing of heat size***
- ***Decreasing of Tap to Tap time and waiting time of the time after tapping (from tapping to the start of ladle teeming)***
- ***Decreasing of heat loss by slag***
  - ***Hot recycle of slag, Control of scrap's dust, etc***
- ***Scrap preheating***

  Shaft furnace with decreasing technology of dioxin
- ***Others***

ECCJ 13

1-2) Others

- ***Decreasing of power saving in auxiliaries***
  - ***VVVF control in the motor of dust collector, etc***

2) Energy conservation in Ladle and CC

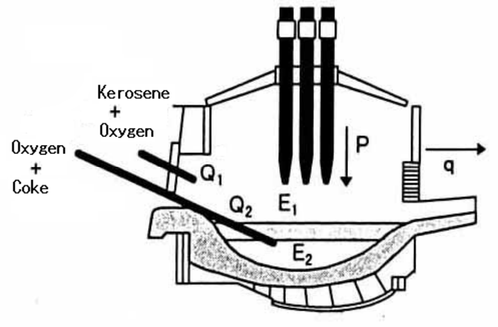
- ***Regenerative burner of ladle***
- ***Matching of the productivity between EAF and CC***

3) Energy conservation in Rolling Mill

- ***Regenerative burner of reheatig furnace***
- ***DHCR (Direct Hot Charge Rolling), etc***
- ***Matching of the productivity between CC and Mill***

ECCJ 14

Conceptual Drawing of Heat Balance at EAF



P= Input power
(Thermal efficiency η)

q= Thermal loss per hour

Q= Kerosene heating value Q_1
+ Oxidization heating value Q_2

E_1= Sensible heat of slag

E_2= Sensible heat of molten steel

T = Time (Melting and Heatig)

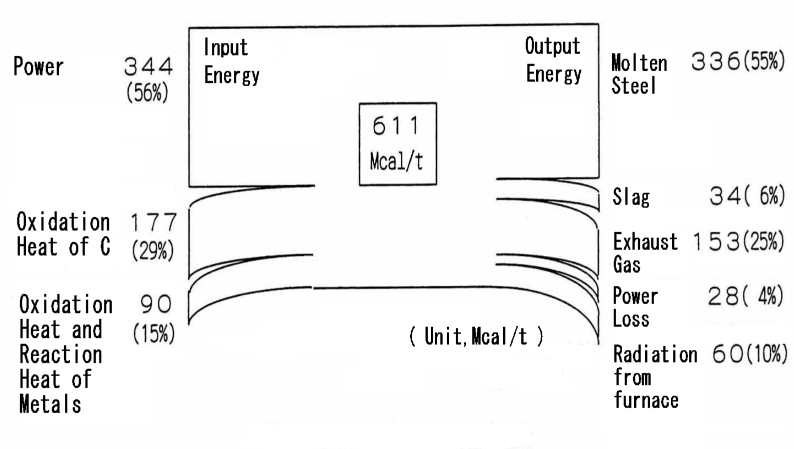
$$(P\eta - q)T + Q = E_1 + E_2$$

$$T = \{(E_1 + E_2) - Q\}/(P\eta - q)$$

ECCJ

15

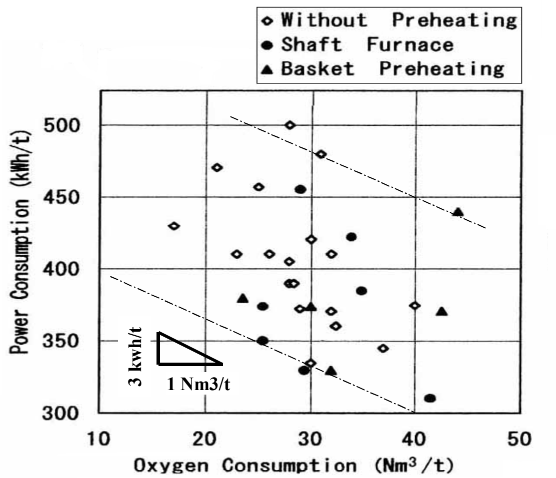
Example of Heat Balance in EAF



ECCJ

16

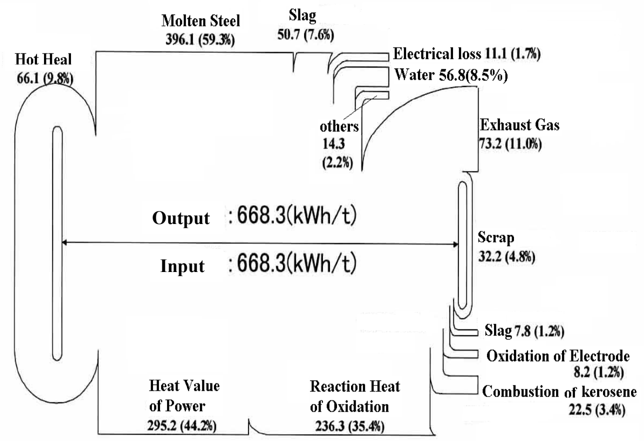
Influence of Oxygen and Reheat on Power Consumption



ECCJ

17

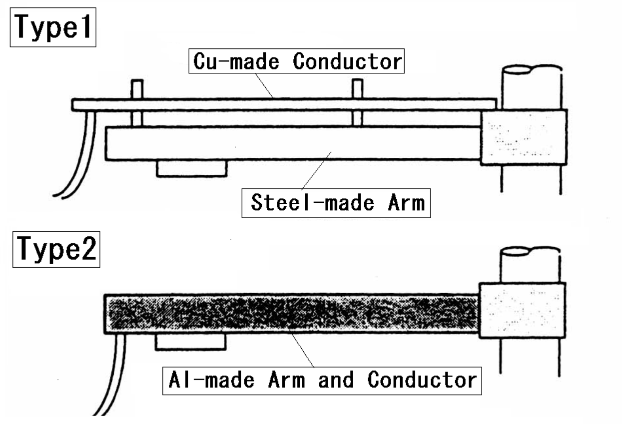
Example of Heat Balance in EAF (With Al ash)



ECCJ

18

Secondary Conductive Arm

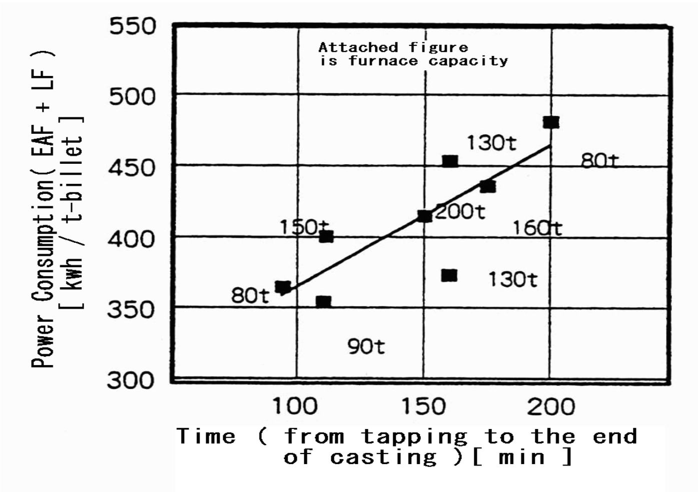


Effect (Type2 - Type1) = 5～10 kwh/t-billet

ECCJ

19

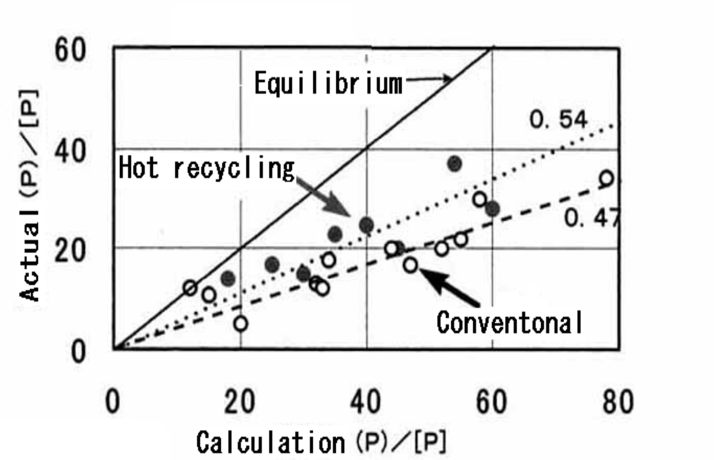
Relationship between Power Consumption and the Time from Tapping to the End of Casting



ECCJ

20

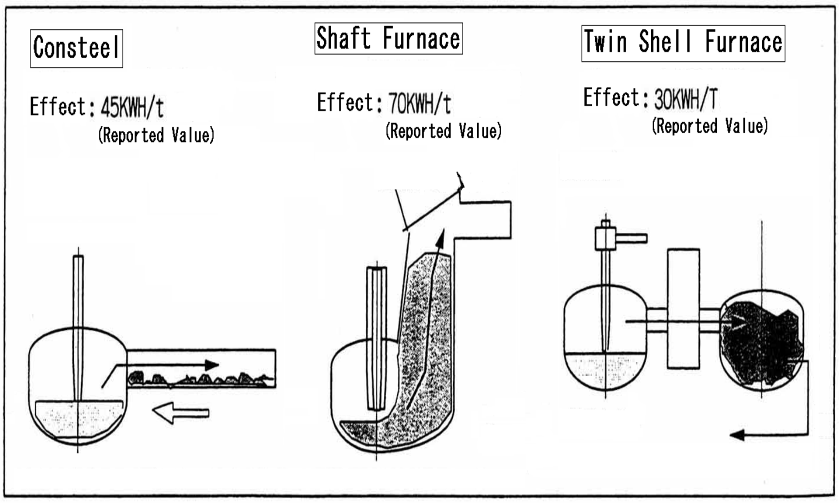
Hot Recycling of EAF Slag
(Less slag-off after tapping)



ECCJ

21

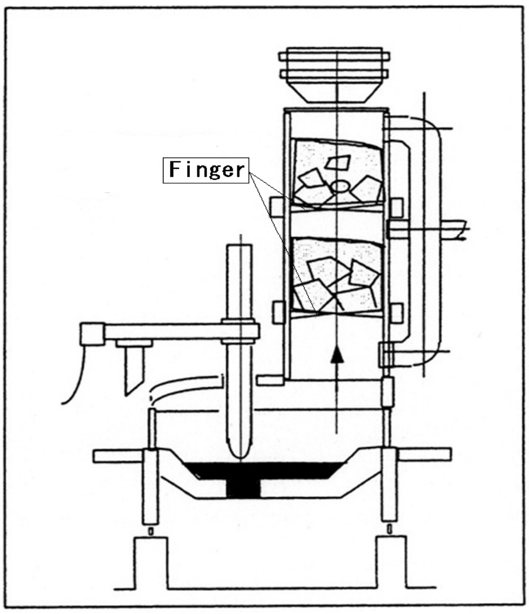
Several Type
in Recent Scrap Preheating



ECCJ

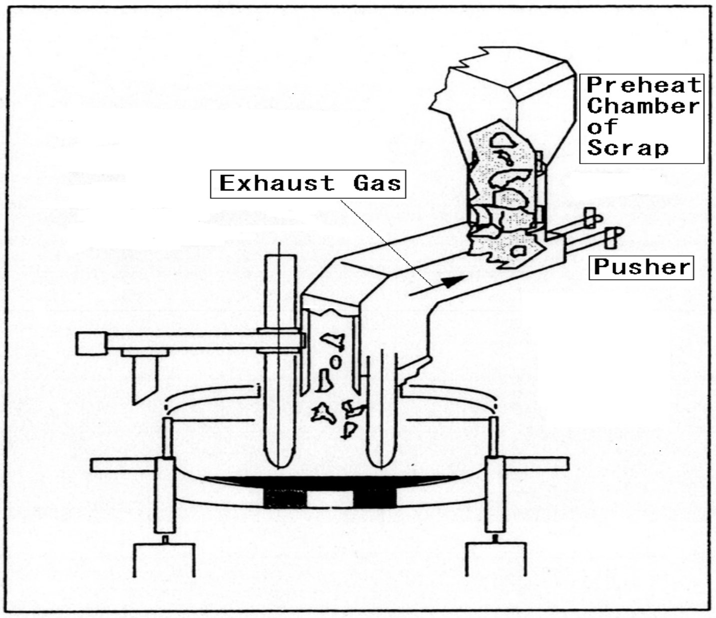
22

Shaft Furnace A (2 Finger Type)



ECCJ 23

Shaft Furnace B



ECCJ 24

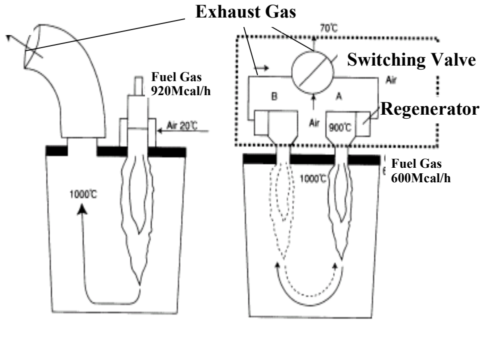
Effect of VVVF

	Without VVVF	With VVVF
Blower Motor of Direct Dust Collector (970KW)	970*0.85*MIN/60 =960KWH/CH (1CH:70 MIN)	970*0.85*{1*11/60+0.85^3*10/60+0.75^3*49/60} =520 KWH/CH
Power Consumption	960/80 =12 KWH/t	520/80 =6.5 KWH/t
Difference	5.5KWH/t	

ECCJ

25

Regenerative Burner of Ladle



Conventional **Regenerative Burner**

Effect

Reduction Ratio of Fuel

= -51%

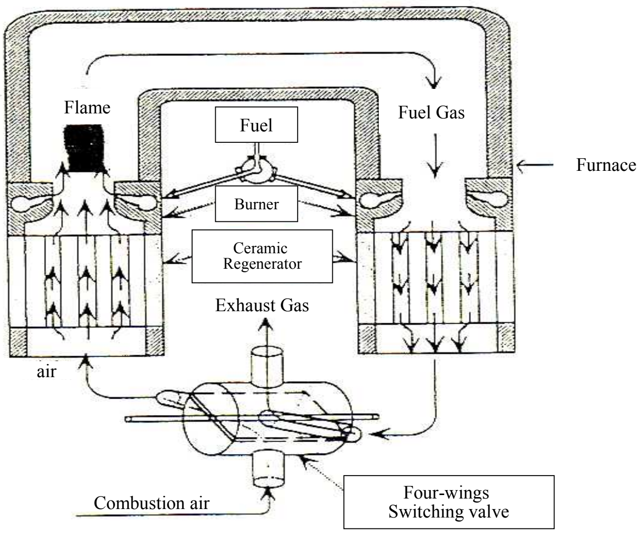
[Condition]

- **Ladle Capacity ; 100 t**
- **Heating Time ; 10 hour**

ECCJ

26

Concept Drawing of Regenerative Burner

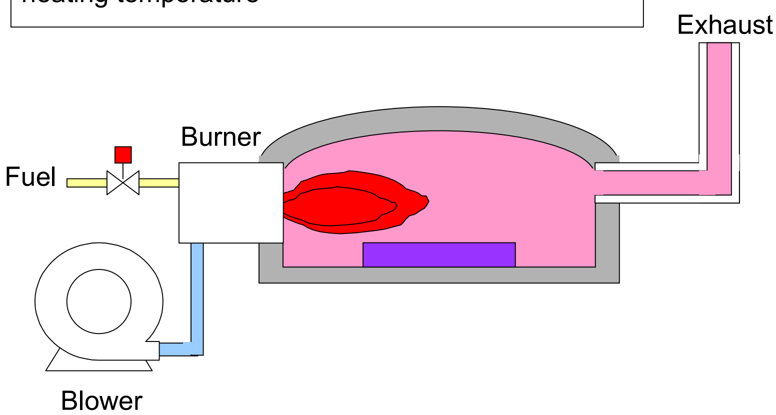


ECCJ

27

Regular Industrial Furnace

When waste heat recovery is not implemented, the exhaust temperature is almost equal to furnace heating temperature

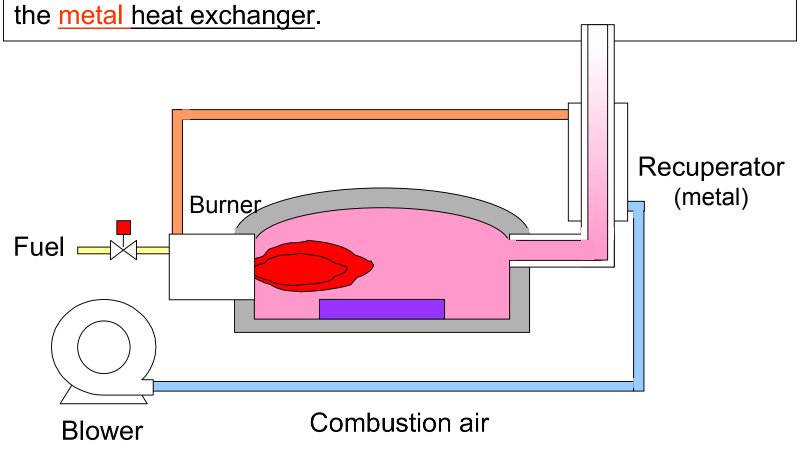


ECCJ

28

High-performance Industrial Furnace (1)

Typical energy conservation is to preheat the combustion air with the metal heat exchanger.

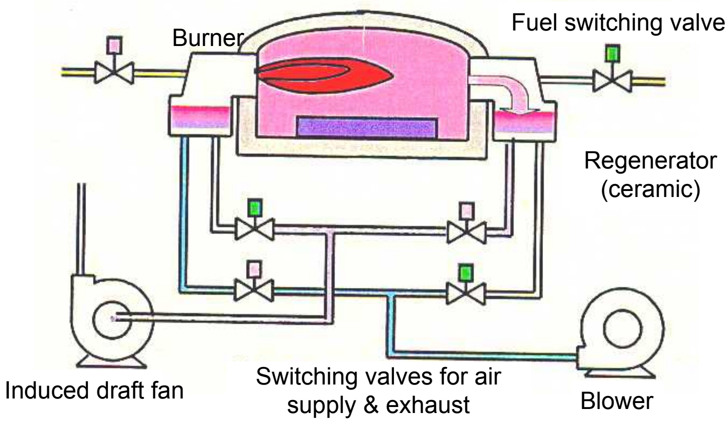


ECCJ

29

High-performance Industrial Furnace (2)

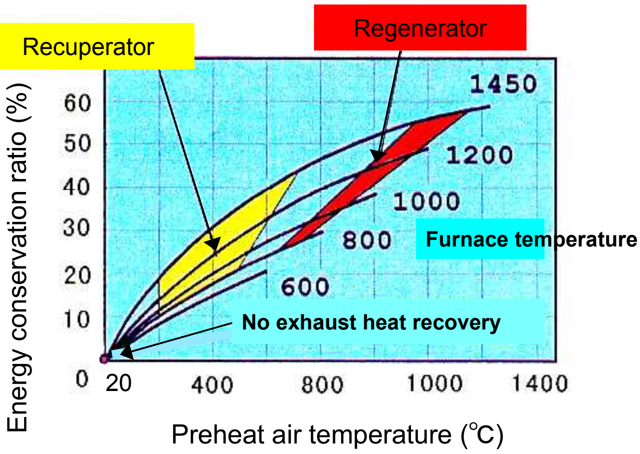
Locate a pair of burners with a built-in ceramic storage heat exchanger.
Combust and exhaust in turn, implement high temperature preheat (heat recovery) of combustion air.



ECCJ

30

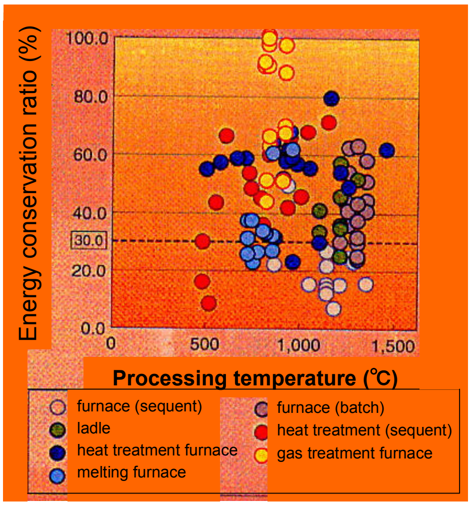
High-performance Industrial Furnace & Regular Industrial Furnace



ECCJ

31

Demonstration of energy conservation effect
by High-performance Industrial Furnace

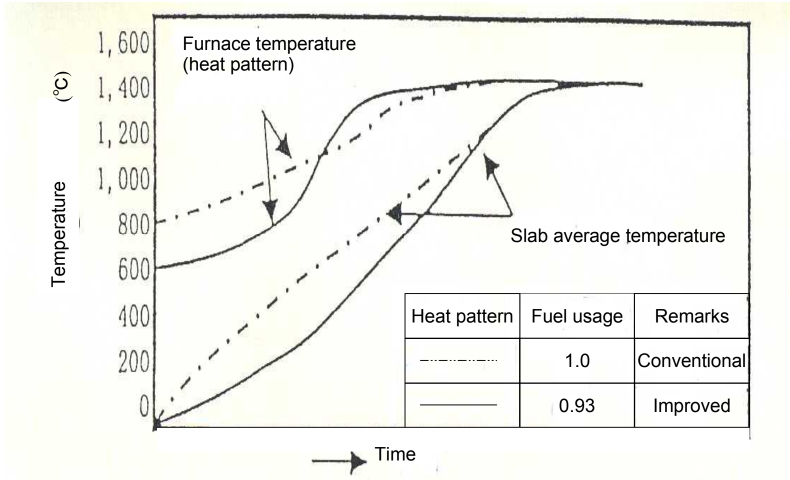


"Field test program of introduction of high performance industrial furnace" (1998-2000)

ECCJ

32

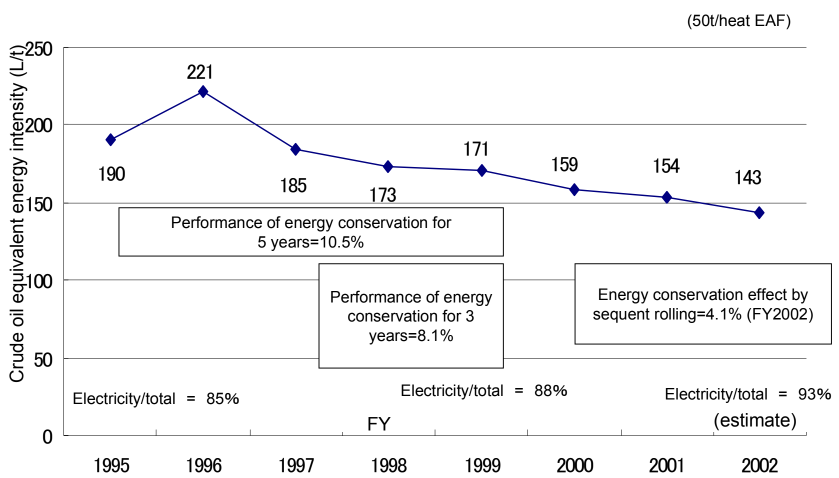
Effect of Heat Pattern Change in Furnace



Heat pattern	Fuel usage	Remarks
-·-·-·-·-	1.0	Conventional
———	0.93	Improved

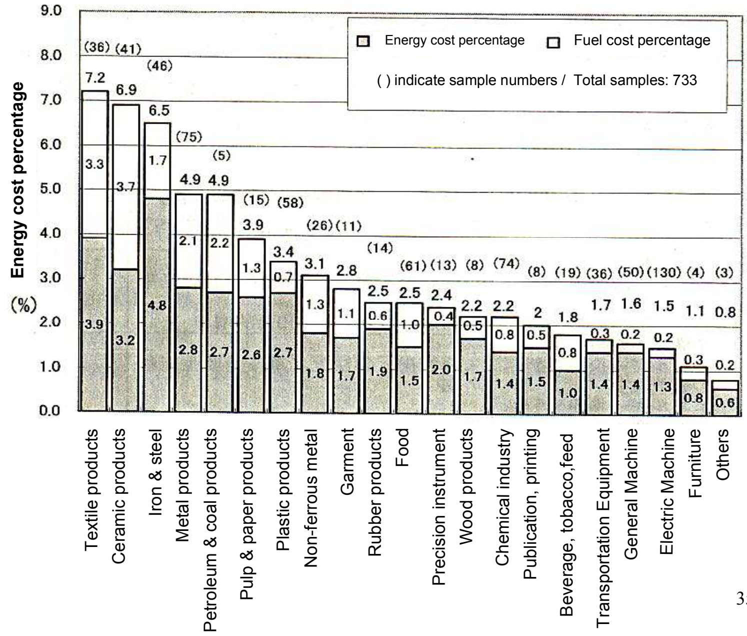
ECCJ 33

Transition of Total Energy Intensity (crude oil equivalent)



ECCJ 34

Energy Cost Ratio in Small & Medium Industries (Japan)



ECCJ

35

More Information

- You can find information regarding ECCJ's activities as well as trends of energy efficiency and conservation in Japan through accessing ECCJ's Internet Home Page:
- URL: http://www.eccj.or.jp/index_e.html

ECCJ

36

[A] Information Required for ASEAN Industry Audit (EAF Steel Industry)

[I] Necessary information （Answers to Questionnaire） before audit execution

(We want following information by November 29, 2002)

1. Company general information for factory energy consumption
2. Production of Major Products
3. Utility consumption data
   3-A Steel-making process (Daily, Monthly and Annual)
   3-B Rolling process (Daily, Monthly and Annual)
4. Electric power receiving
5. Boiler
6. Major energy consuming facilities

[II] Necessary information during the audit execution

7. Necessary drawings and documents including energy intensity
8. Energy conservation plan
9. Energy conservation items in the past (including results)
10. Energy conservation items undergoing (including expected results)

11 Problem items if you have.

[III] Item as requirement for steel maker selection

Two factories in the area of Manila, Philippines

[IV] Necessary measuring instruments

Please prepare following measuring instruments for audit execution.

Temperature gauge (Non-touch radiance type)
Luxmeter,
Clamp type Ammeter (0~300A or 500A),
Clamp type Wattmeter
Pressure gauge,
Gas analyzer,
Thermo-camera

[B] Company Information for Factory Energy Conservation / Questionnaire

[EAF Steel Industry]

Company Name	
Replied by	
Division	
Date	

1. General

1	Name of Factory		
2	Address		
3	President		
	Factory Manager		
	Energy Manager		
4	Type of Industry		
5	Capital		
6	Annual Sales Amount		
7	Number of Employees		
8	Number of Engineers		
		Electrical Engineers	
		Mechanical (Heat) Engineers	
9	Organization Chart		
10	Brief Company History		
11	Meteorological		

2. Production of Major Products

No.	Name of Production	Production Capacity	1999			2000			2001			2002		
			Annual Operating Hour	Production Volume (ton)	Sales Amount (ton)	Annual Operating Hour	Production Volume (ton)	Sales Amount (ton)	Annual Operating Hour	Production Volume (ton)	Sales Amount (ton)	Annual Operating Hour	Production Volume (ton)	Sales Amount (ton)
1	Steel-making process													
1)	Steel ingot													
2)	CC billet													
3)	CC Bloom													
4)	CC slab.													
2	Rolling process													
1)	Plate													
2)	Steel bar													
3)	Shape steel													
4)	Sheet													
3	Utility													
1)	Electric power													
2)	Steam													
3)	Oxygen													
4)	Nitrogen													
5)	Compressed air													
6)	Water gas													
7)	Others													

3A-1. Daily Utility Consumption

Steel-making process (Scrap pretreatment, Steel-making, Casting, Material handling and Transportation)

No.	Name of Utility	Month / Date																															Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	Electricity (kWh)																																
2	Fuel Oil (kL)																																
3	Diesel Oil (kL)																																
4	Kerosene (kL)																																
5	Gasoline (kL)																																
6	LPG (t)																																
7	Natural Gas (m^3)																																
8	Coal (t)																																
9	Coke (t)																																
10	Oxygen (m^3)																																
11	Nitrogen (m^3)																																
12	Compressed Air (m^3)																																
13	Steam (t)																																
14	River Water (m^3)																																
15	Well Water (m^3)																																
16	City Water (m^3)																																
17																																	
18	Production (t/y)																																
19																																	
20																																	

3A-2 Monthly Utility Consumption

Steel-making process (Scrap pretreatment, Steel-making, Casting, Material handling and Transportation)

No.	Name of Utility	Lower Heat Value	2001												
			January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Total
1	Electricity (kWh)														
2	Fuel Oil (kL)														
3	Diesel Oil (kL)														
4	Kerosene (kL)														
5	Gasoline (kL)														
6	LPG (t)														
7	Natural Gas (m^3)														
8	Coal (t)														
9	Coke (t)														
10	Oxygen (m^3)														
11	Nitrogen (m^3)														
12	Compressed Air (m^3)														
13	Steam (t)														
14	River Water (m^3)														
15	Well Water (m^3)														
16	City Water (m^3)														
17															
18	Production (t/y)														
19															
20															

3A-3 Annual Utility Consumption

Steel-making process (Scrap pretreatment, Steel-making, Casting, Material handling and Transportation)

No.	Name of Utility	Lower Heat Value	1999			2000			2001			2002		
			Consumption (kWh,kL,t,m^3)	Unit Price (PHP)	Purchase Amount (PHP)	Consumption (kWh,kL,t,m^3)	Unit Price (PHP)	Purchase Amount (PHP)	Consumption (kWh,kL,t,m^3)	Unit Price (PHP)	Purchase Amount (PHP)	Consumption (kWh,kL,t,m^3)	Unit Price (PHP)	Purchase Amount (PHP)
1	Electricity (kWh)													
2	Fuel Oil (kL)													
3	Diesel Oil (kL)													
4	Kerosene (kL)													
5	Gasoline (kL)													
6	LPG (t)													
7	Natural Gas (m^3)													
8	Coal (t)													
9	Coke (t)													
10	Oxygen (m^3)													
11	Nitrogen (m^3)													
12	Compressed Air (m^3)													
13	Steam (t)													
14	River Water (m^3)													
15	Well Water (m^3)													
16	City Water (m^3)													
17														
18														
19														
20														

3B-1. Daily Utility Consumption

Rolling process (Heating Furnace, Rolling, Transportation & Shipping)

No.	Name of Utility	Month / Date																															Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	Electricity (kWh)																																
2	Fuel Oil (kL)																																
3	Diesel Oil (kL)																																
4	Kerosene (kL)																																
5	Gasoline (kL)																																
6	LPG (t)																																
7	Natural Gas (m^3)																																
8	Coal (t)																																
9	Coke (t)																																
10	Oxygen (m^3)																																
11	Nitrogen (m^3)																																
12	Compressed Air (m^3)																																
13	Steam (t)																																
14	River Water (m^3)																																
15	Well Water (m^3)																																
16	City Water (m^3)																																
17																																	
18	Production (t/y)																																
19																																	
20																																	

3B-2 Monthly Utility Consumption

Rolling process (Heating Furnace, Rolling, Transportation & Shipping)

No.	Name of Utility	Lower Heat Value	2001												
			January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Total
1	Electricity (kWh)														
2	Fuel Oil (kL)														
3	Diesel Oil (kL)														
4	Kerosene (kL)														
5	Gasoline (kL)														
6	LPG (t)														
7	Natural Gas (m^3)														
8	Coal (t)														
9	Coke (t)														
10	Oxygen (m^3)														
11	Nitrogen (m^3)														
12	Compressed Air (m^3)														
13	Steam (t)														
14	River Water (m^3)														
15	Well Water (m^3)														
16	City Water (m^3)														
17															
18	Production (t/y)														
19															
20															

3B-3 Annual Utility Consumption

Rolling process (Heating Furnace, Rolling, Transportation & Shipping)

No.	Name of Utility	Lower Heat Value	1999			2000			2001			2002		
			Consumption (kWh,kL,t,m^3)	Unit Price (PHP)	Purchase Amount (PHP)	Consumption (kWh,kL,t,m^3)	Unit Price (PHP)	Purchase Amount (PHP)	Consumption (kWh,kL,t,m^3)	Unit Price (PHP)	Purchase Amount (PHP)	Consumption (kWh,kL,t,m^3)	Unit Price (PHP)	Purchase Amount (PHP)
1	Electricity (kWh)													
2	Fuel Oil (kL)													
3	Diesel Oil (kL)													
4	Kerosene (kL)													
5	Gasoline (kL)													
6	LPG (t)													
7	Natural Gas (m^3)													
8	Coal (t)													
9	Coke (t)													
10	Oxygen (m^3)													
11	Nitrogen (m^3)													
12	Compressed Air (m^3)													
13	Steam (t)													
14	River Water (m^3)													
15	Well Water (m^3)													
16	City Water (m^3)													
17														
18														
19														
20														

4. Electric Power Receiving

No.	Items	Unit	1999	2000	2001	2002	Note
1	Receiving Voltage	kV					
2	Maximum Demand	MW					
3	Annual Electricity Consumption	MWh					
4	Paid Amount of Electricity	PHP					
5	Power Factor						
6	Annual Operating Hour	h/y					
7	Average Electricity	MW					
8	Maximum Electricity	MW					
9	Transformer Capacity per Unit	MVA					
10	Number of Transformers						
11	In-house Generation Capacity	MW					

5. Boiler

No.	Boiler No.	1	2	3	4		
1	Type						
2	Built Year						
3	Nominal Capacity (Steam)						
	Steam Pressure (kg/cm^{2}G)						
	Steam Temperature (℃)						
	Evaporating Volume (t/h)						
4	Nominal Capacity (Electricity)						
	Generated Electricity (kWh)						
	Generated Voltage (kV)						
	Power Factor						
5	Kind of Fuel						
	Fuel Consumption						
6	Operating Period **(Hours/Day)**						
	1999						
	2000						
	2001						
	2002						
7	Operating Period **(Hours/Year)**						
	1999						
	2000						
	2001						
	2002						

6. Major Energy Consuming Facilities

No.	Name of Equipment	Built Year	Kind of Product	Kind of Energy	Nominal Output of Product	Operating Period and Output											
						1999			2000			2001			2002		
						H/Day	D/Y	Output	H/Day	D/Y	Output	H/Day	D/Y	Output	H/Day	D/Y	Output
1	Steel-making process																
1.1	Scrap pretreatment, Handling																
1.2	Electric furnace																
1.3	2nd refining equipment																
	Ladle/Tundish heater																
1.4	Ingot casting																
1.5	Continuous casting																
1.6	De-dusting equipment																
1.7	Others																
2	Rolling process																
2.1	Plate mill																
2.2	Steel bar mill																
2.3	Shape steel mill																
2.4	Cold rolling mill																
2.5	Heating furnace																
2.6	Others																
3	Utility																
3.1	Power generation																
3.2	Steam boiler																
3.3	Oxygen generator																
3.4	Water treatment/supply station																
3.5	Others																
4	Others																
4.1	Transportation/Material handling																

7. Necessary Drawings and Documents

No.	Items
1	Plant Layout
2	Process Flowchart of Major Products
3	Energy Flowchart
4	Electric Skeleton Diagram
5	Structural Drawing of Major Equipment
	Measuring Points and Name of Instruments for Energy Consumption
6	Specification and Structural Drawings of Boiler

7	Energy Intensity : Energy Consumption / Output of Products						
No.	Kind of Product	Kind of Energy	Unit	1999	2000	2001	2002
a	(Example)	Production	t/y	300,000	320,000	320,000	350,000
	Steel bar	Fuel Oil	kL/y	30,000	32,000	31,000	33,000
		Electricity	MWh/y	30,000	32,000	32,000	33,000
b		Production					
c		Production					
d		Production					
e		Production					
f		Production					

8. Energy Conservation Plan

9. Energy Conservation Items in the Past (including results)

10. Energy Conservation Items Undergoing (including expected results)

11. In case you have any problem(s) in your course of promotion of energy conservation, please circle the number(s) of applicable item(s) among the following.

1	Uncertainty of energy prospect
2	Less impact of energy cost to the whole cost of the enterprise
3	The increasing energy cost can be covered by rising the price of products
4	Little possibility of energy shortage
5	Little potential for promoting further energy conservation
6	Shortage of engineers
7	Difficulty in obtaining good energy efficient equipment
8	Unreliable results from energy efficient equipment
9	Uncertainty about return of investment in energy conservation facilities
10	Difficulty in obtaining good information such as successful case of energy saving activities
11	Insufficient system of research and development
12	Shortage of fund for facility improvement and modification
13	Out-of-date facilities
14	Low consciousness of employees
15	Lack of personnel who can educate the employees
16	Shortage of measuring equipment
17	No time to analyze energy consumption rate
18	Shortage of information on government's measures
19	Shortage of government's subsidiary measures
20	Others (Please add comments)

本報告書の内容を公表する際はあらかじめ新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）国際協力部の許可を受けて下さい。

電話　03（3987）9466/9358

Fax　03（3987）5103